www.radio.ru

4•2003

# РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

## 12 апреля — День космонавтики

• Сервисные меню радиоаппаратуры
• Двухканальная осциллографическая приставка к ПК
• Охранное устройство для садово-огородного участка
• Часы с термометром и барометром
• Мотоциклетный охранный сигнализатор

...и еще 29 конструкций

4
2003



## В НОМЕРЕ:



**На нашей обложке.** Космонавт Юрий Онуфриенко (RK3DUO) демонстрирует журналы "Радио" из бортовой библиотеки Международной космической станции. Скоро она пополнится свежими номерами (см. также статью на с. 59).

## ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ САББУФЕРА • МИКРОФАРАДОМЕТР
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВИДЕОКАРТЫ
УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЫСТРОЙ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ
ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО НА 100 АБОНЕНТОВ
АТС — ПРИСТАВКА К КОМПЬЮТЕРУ • И СНОВА "СЕРЕБРЯНАЯ ВОДА"
ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ СЕЛА • СОВРЕМЕННЫЙ ТРАНСИВЕР

**Тираж журнала "Радио" № 3 сдан в ОАО "Роспечать" для рассылки подписчикам 06.03.2003 г.**




4•2003
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication**

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

**Главный редактор** Ю. И. КРЫЛОВ



**Корректор** Т. А. ВАСИЛЬЕВА
**Обложка:** А. Б. ШИТОВ
**Верстка**: Е. А. ГЕРАСИМОВА, В. П. ОБЪЕДКОВ

**Адрес редакции:**
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

**Группа работы с письмами** — (095) 207-08-48
**Отдел рекламы** — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
**Распространение** — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
**Подписка и продажа** — (095) 207-77-28
**Бухгалтерия** — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.03.2003 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная. Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несет рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несет автор.

В случае приема рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом издатель получает эксклюзивное право на распространение принятого произведения через журнал, включая возможность его публикации на Интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение одного месяца после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать свое произведение в другом месте без предварительного письменного согласия издателя.



Отпечатано в ИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. «Правды», 24. Зак. 947.





# ГОРОХОВСКИЙ
## АНАТОЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

17 февраля с. г. на 78-м году жизни скончался Анатолий Владимирович Гороховский.

Более пятидесяти лет А. В. Гороховский проработал в различных органах печати такой важной отрасли народного хозяйства, как связь. Из них почти четверть века — до 1998 г. — он возглавлял журнал «Радио», являясь его главным редактором.

Под руководством Анатолия Владимировича журнал пережил пору своего расцвета и популярности среди радиоспециалистов и радиолюбителей не только в нашей стране, но и за рубежом — его тираж достигал полутора миллионов экземпляров.

Публикации журнала всемерно способствовали пропаганде достижений отечественной радиоэлектроники и электросвязи, развитию радиолюбительского движения в стране, привлечению огромной армии радиолюбителей к участию в борьбе за технический прогресс, к созданию электронных приборов и устройств для применения в промышленности, науке, медицине, сельском хозяйстве и в быту. В этом, безусловно, большая заслуга и главного редактора, направлявшего творческую деятельность коллектива редакции.

Имя А. В. Гороховского было известно широкому кругу читателей не только как главного редактора, но и как автора ряда книг по вопросам радиотехники, истории развития радиосвязи и телевидения в нашей стране. Им написано более 400 статей, опубликованных в различных отраслевых и научно-популярных журналах. Он был редактором фундаментального издания книги «Развитие связи в СССР», вышедшей в свет в 1967 г., автором нескольких учебных пособий для начинающих связистов, составителем, редактором и одним из авторов научно-технического сборника «100 лет радио».

Многогранная трудовая деятельность А. В. Гороховского отмечена государственными наградами и почетными званиями. Он был награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалью «За доблестный труд», медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.» и др. Ему были присвоены звания «Заслуженный работник культуры РСФСР» и «Заслуженный связист Российской Федерации». В 1996 г. А. В. Гороховский был избран академиком Международной академии связи.

Все мы надолго сохраним память об Анатолии Владимировиче Гороховском как о добром и отзывчивом человеке, умелом руководителе и талантливом журналисте.

***Коллектив редакции журнала «Радио»***

# ТЕЛЕВИЗОРЫ НА ЖК ПАНЕЛЯХ

## Устройство телевизора «Sharp — LC-20C2E»

***А. ПЕСКИН, г. Москва***

Использование ЖК панелей рассмотрим на примере одной из популярных моделей LC-20C2E фирмы SHARP. Фирма начала изготовление «плоских» телевизоров одной из первых — еще в 1996, 1997гг., возглавив до этого список разработчиков и изготовителей ЖК панелей. Сейчас список моделей на этих панелях у фирмы SHARP превышает десяток, а размер экрана по диагонали уже перешагнул 40 дюймов (около 92 см).

TFT ЖК панель (LCD) описываемой модели имеет размер экрана по диагонали 20 дюймов и характеризуется значительным углом обозрения (160° как по горизонтали, так и по вертикали). Модель обладает существенно более низким по сравнению с обычными телевизорами энергопотреблением (не более 45 Вт).

Телевизор рассчитан на прием сигналов в радиочастотных стандартах B/G/L/D/K/I/M/N и по системам цветности PAL/SECAM/NTSC. Селектор каналов (тюнер) телевизора позволяет настроить и запомнить 197 телевизионных каналов, в том числе и в интервалах кабельного телевидения (CATV). Усилитель ЗЧ телевизора обеспечивает мощность по 2,5 Вт в двух каналах воспроизведения звука.

Усовершенствованная матричная ЖК панель имеет разрешение 921×600 пикселей. Яркость свечения экрана — не хуже 430 кд/м$^2$. Срок службы используемых для подсветки LCD люминесцентных ламп — 60000 ч.

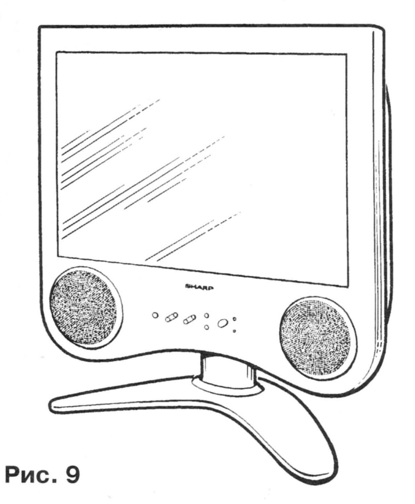



**Рис. 9**

Телевизор питается от источника постоянного напряжения 13 В. При использовании специального сетевого адаптера, входящего в комплект поставки, телевизор может питаться и от сети переменного напряжения 110...240 В частотой 50/60 Гц. Габариты телевизора (ширина, высота, глубина) — 476,6×556,4×229,4 мм. Масса аппарата — 8 кг.

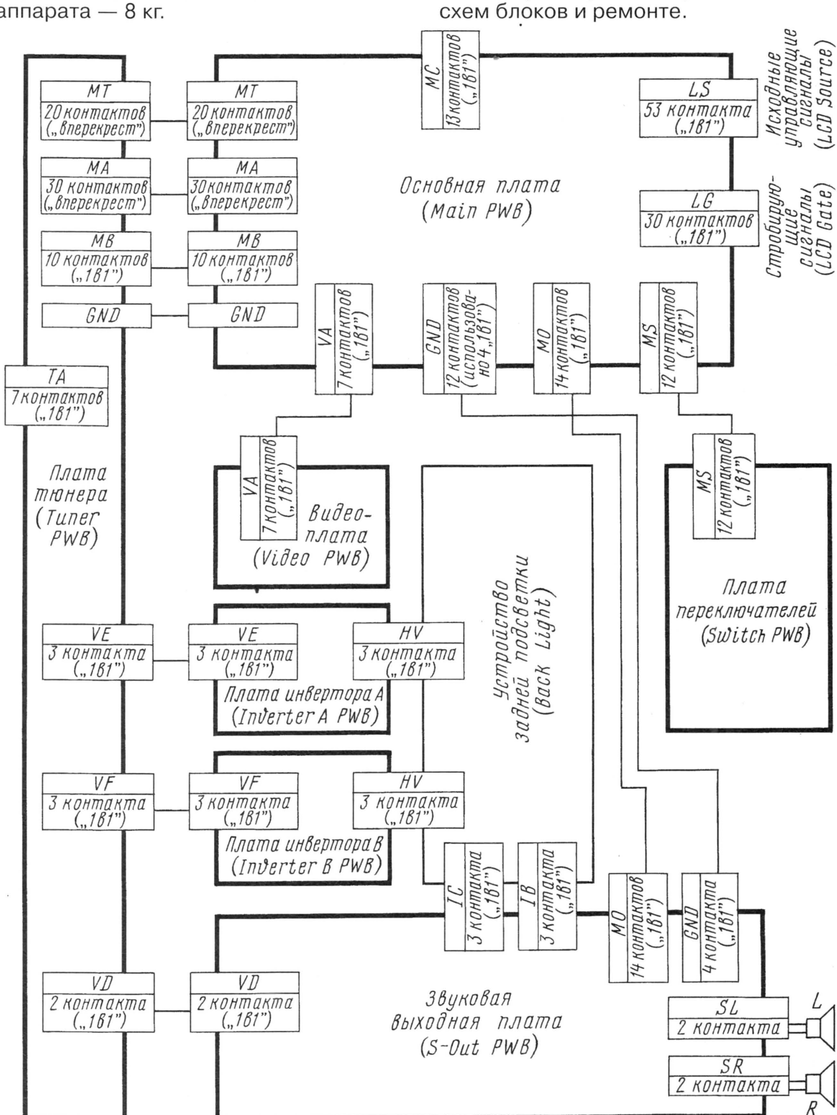



**Рис. 10**

Для обеспечения комфортности просмотра плоскость экрана телевизора можно наклонить относительно перпендикулярной к подставке плоскости на 5° вперед или на 10° назад, а также повернуть на 40° вправо или влево относительно среднего положения. Внешний вид телевизора показан на **рис. 9**.

Схема соединений плат и устройств телевизора представлена на **рис. 10**. В каждом соединительном разъеме указаны число контактов и условно способ их соединения с контактами разъема другого блока: «1 в 1» или «вперекрест». В основном контакты соединены первым способом: контакт 1 — с контактом 1, 2 — с контактом 2 и т. д. Лишь разъемы MT и MA между платой тюнера и основной платой соединены «вперекрест». Например, контакты разъемов MT распаяны так: контакт 1 — к контакту 20, контакт 2 — к контакту 19 и т. д. То же относится и к разъемам MA, только в них — 30 контактов. Это необходимо помнить при изучении принципиальных схем блоков и ремонте.

**Продолжение.**
**Начало см. в "Радио", 2003, № 3**

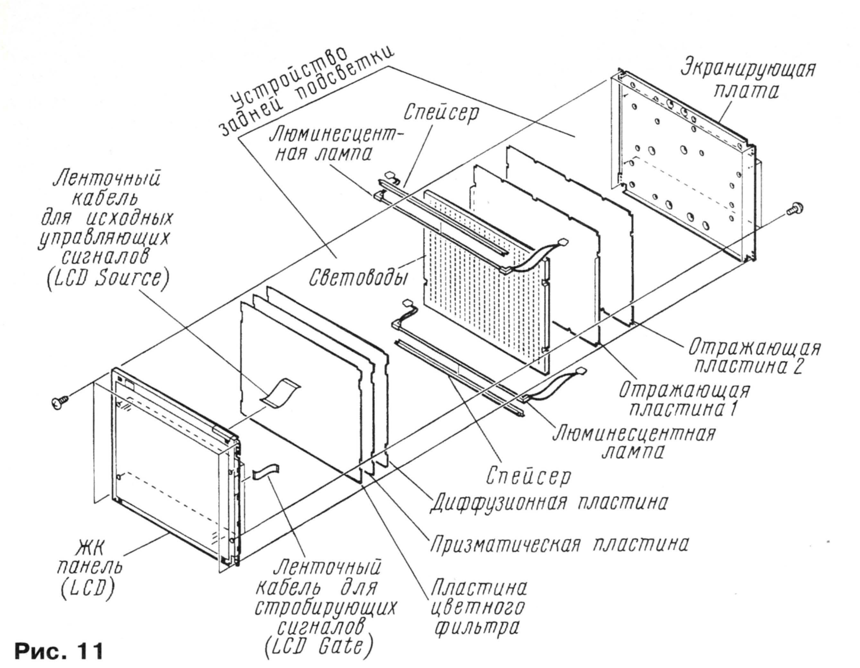



**Рис. 11**

Телевизор, кроме ЖК панели, на рисунке не показанной, и двух динамических головок, содержит семь плат: тюнера (Tuner PWB), основной (Main PWB) и видео (Video PWB), звуковой выходной (S-Out PWB), переключателей (Switch PWB) и двух инверторов (Inverter A PWB и Inverter B PWB), а также устройство задней подсветки (Back Light) ЖК панели. Через разъемы LS и LG на ЖК панель с основной платы поступают исходные управляющие (Source) и стробирующие (или сканирующие) сигналы (Gate).

На плате **тюнера** находится непосредственно сам тюнер, а также расположены микроконтроллер управления с телетекстом и устройством OSD (On Screen Display — отображение на экране служебной или дополнительной информации), микросхемы ПЗУ, программируемого ЗУ и сброса микроконтроллера, переключатели аналоговых сигналов R, G, B (как внешних, так и сформированных микроконтроллером), стабилизаторы напряжений 5; 9 и 10,1 В, а также разъемы для подачи внешних видеосигналов и сигналов звука, в том числе разъем SCART.

На **основной плате** размещено большинство устройств телевизора, в том числе процессор обработки мультимедийных сигналов звука (в нем же находится канал обработки сигналов ПЧ звука), буферный усилитель, предварительный усилитель сигналов ЗЧ, синхроселектор, переключатель выбора режимов TV/AV. Кроме того, она содержит микроконтроллер управления (отличающийся от установленного на плате тюнера), микросхемы ЭПЗУ и сброса микроконтроллера, видеопроцессор с АЦП, контроллер ЖК панели с устройством внешней памяти (FIFO), аналоговый мультиплексор, детектор ошибок ламп подсветки, устройства градуировки образцовых напряжений и общего управления панелью, ЦАП и импульсный источник питания, формирующий все необходимые для работы узлов телевизора напряжения: 3,3; 5; 8; — 8; 14; 28 и 31 В.

Небольшая **видеоплата** включает в себя элементы согласования входного гнезда J5001 (через него подают внешний полный видеосигнал AV3) и специального гнезда SC5001 (предназначено для подачи внешнего сигнала S-VHS, т. е. отдельно компонентов яркости Y и цветности C) с последующими цепями телевизора.

**Звуковая выходная плата** содержит усилитель мощности сигналов ЗЧ, стабилизатор напряжения питания усилителя, каскады блокировки звука, а также детекторы ошибок люминесцентных ламп подсветки.

На **плате переключателей** расположены кнопки клавиатуры управления, приемник ИК излучения системы ДУ, гнездо подключения головных телефонов и ключ переключения напряжения дежурного режима.

**Платы инверторов A** и **B** необходимы для преобразования постоянного напряжения 13 В, подаваемого извне через разъем J3702 платы тюнера, в переменные напряжения 200...300 В частотой 400 Гц, которые через разъемы P6751 и P6551 поступают на люминесцентные лампы устройства задней подсветки ЖК панели.

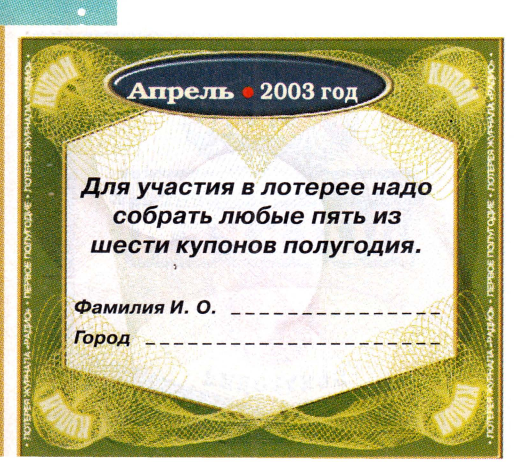
Конкретная конструкция ЖК панели (TFT LCD) рассматриваемой модели телевизора изображена на **рис. 11**. Она выполнена в виде так называемого «бутерброда». На экранирующей плате помещены одна за другой две отражающие пластины, входящие в состав устройства задней подсветки. Устройство включает в себя также шесть люминесцентных ламп (на рисунке показаны только две из них). В качестве светораспределителя служат световоды, имеющие дифракционную структуру призматического сечения. О назначении спейсеров уже было сказано в первой статье цикла. Далее расположены диффузионная и призматическая пластины.

Цель применения всех перечисленных приспособлений — максимально использовать световой поток и обеспечить равномерное его распределение в рабочей зоне подсветки.

Пластина цветного фильтра, о которой также раньше было рассказано, находится непосредственно за панелью. Сама ЖК панель имеет контактные разъемы для подачи исходных управляющих сигналов (LSD Source) и стробирующих (сканирующих) сигналов (LSD Gate). На рисунке показаны фрагменты ленточных кабелей, по которым направляются эти сигналы.

Весь рассмотренный «бутерброд» стянут восемью винтами (два из них изображены на рисунке).

***(Продолжение следует)***



# СЕРВИСНЫЕ МЕНЮ РАДИОАППАРАТУРЫ

*М. РЯЗАНОВ, г. Москва*

**Внимание!!! Уважаемые владельцы радиоаппаратуры! Просим не испытывать судьбу вхождением в сервисное меню. Помещаемая в этом и последующих номерах журнала таблица предназначена для лиц, которые занимаются ремонтом и обслуживанием бытовой радиотехники. Автор и редакция не несут ответственности за то, что в результате ваших неумелых действий она может потерять работоспособность.**

Следует напомнить, что в журнале был опубликован цикл статей по вхождению в сервисные меню телевизоров, а также видеомагнитофонов и работе с ними: 1999 г., № 3—7, 9, 10; 2000 г., № 3, 5, 7—12; 2001 г., № 1. Информация для этой таблицы собрана в течение четырех-пяти лет из различных источников (в нее вошли и опубликованные сведения). Целью ее создания послужило желание обобщить как можно больше разрозненной информации в одно целое, выделить самое важное в процедуре работы с сервисными меню, дать возможность лицам, занимающимся ремонтом, быстро получить доступ к такой информации.

В таблице львиную долю занимают сведения по телевизорам. Однако она содержит информацию и по другим видам радиотехники: видеомагнитофонам и моноблокам-видеодвойкам (TV/VCR, TV/DVD) фирм PANASONIC, PHILIPS и THOMSON, музыкальным центрам фирм PHILIPS и SHARP, а также мониторам фирмы NEC. Необходимо сообщить об используемых в таблице сокращениях: ПДУ — пульт дистанционного управления, ТВ или TV — телевизор, ВМ или VCR — видеомагнитофон, DVD — проигрыватель оптических дисков, НЗЧ и ВЗЧ — низкие и высокие звуковые частоты.

К большому сожалению, печатная форма не позволяет разместить таблицу по сервисным меню полностью. Однако для читателей, у которых нет возможности выйти в сеть Интернет и получить более обширную информацию по этой теме, печатная форма представляется единственно доступной. Для тех, у кого есть возможность попасть в Интернет, сообщаем, что посмотреть и скачать полностью электронную версию таблицы можно на сайте "ТЕЛЕМАСТЕР" по адресу <**www.telemaster.ru**> в разделе СЕРВИСНОЕ МЕНЮ. Следует заметить, что некоторые сведения в таблице отсутствуют. По мере их появления они будут внесены в ее электронную версию.

| Фирма | Модель | Вход в сервисное меню. Выход из него Установки, снятие кодов (ключей) запрета и др. | Шасси, устройство (процессор) |
|---|---|---|---|
| AIWA | 1402, 2002KE, 2102KE | Вывод 8 процессора служит для включения режима. На плате ТВ расположена специальная кнопка S009. Нажать на нее одновременно с кнопкой (DISPLAY) на ПДУ. Для выхода выключить ТВ с передней панели | ТВ (TVPO2066D05/047) |
| | TV-C142, TV-A215 | Нажать на скрытую кнопку ПДУ, расположенную между кнопками (8) и (SYSTEM) под фальшпанелью пульта. Для выхода нажать на скрытую кнопку повторно | ТВ |
| AKAI | CT-2119PD/PDT, U3E/Y2/Y2E | На панели ТВ одновременно нажать на кнопки (VOL+) и (VOL-) и, удерживая их, включить ТВ. Для выхода нажать кнопку (POWER OFF) на ПДУ | ТВ |
| | CT2899/7171 | Для процессора CCU11 нажать на ПДУ кнопки (• °), (С), (Н). Для CCU12 нажать отверткой на контакт в отверстии ПДУ около клавиатуры и затем сразу кнопку (S). Для выхода нажать на кнопку (LOAD) | B-E2, ТВ (CCU11, CCU12) |
| | CT2161, CT2565, CT2567, CT2865,CT2867 | На ПДУ нажать на кнопки (MUTE), (OK), (TV). Запись данных — кнопку (OK). Выход — (TV) | SP, ТВ |
| AKIRA | CT-14PF9 | На ПДУ набрать (MENU), (MENU), (V.WIEV), (MUTE). Кнопкой (SLEEP) перелистывать страницы. Выход — кнопка (MENU) | ТВ |
| | CT-2155 | Нажать на синюю кнопку, войти в меню УСТАНОВКА, нажать на кнопки (4), (7), (2), (5). Для выхода выключить ТВ с передней панели | 11AK19PRO, ТВ (VESTEL 19V1) |
| AKURA, CROWN, MINOKA | CX25/26/34, CR20NT, CR1406FT, MK1498N/N, MK2183/N | Вывод 8 процессора служит для включения режима. На плате ТВ расположена специальная кнопка S009. Нажать на нее одновременно с кнопкой (DISPLAY) на ПДУ. Выход — кнопка (TV/TEXT) | ТВ (TVPO2066D05/047) |
| | CX12/23/33, CT-51T/R | Удерживая кнопку S002 на шасси ТВ или S201 на передней панели ТВ, нажать на кнопку (1-) ПДУ. Выход — кнопка (TV) | ТВ |
| BANG& OLUFSEN | LX4500/5500, L4500/5500, MX3500/5500 | Подготовить ТВ: установить яркость 32, насыщенность 32, контрастность 44. Нажать на кнопку (TV) на ПДУ и замкнуть на одну минуту кнопку PCB5, которая расположена рядом с гнездами для подключения ВМ. Выход — (STOP) или (POWER OFF) | ТВ |
| BEKO | | Удерживая нажатыми на ТВ кнопки (PROG-) и (PROG+), включить ТВ сетевым выключателем. Выход — (POWER OFF) | ТВ |
| | CTV | Замкнуть кратковременно у микросхемы в ПДУ выводы 10 и 17. Для выхода сделать то же самое | 14.1, ТВ (SAA5563) |
| BLAUPUNKT | IS63(72)53 DIGITAL PRO | Для включения внутренней памяти процессора замкнуть на общий провод его вывод 1(контакт Mp2) и включить ТВ. Нажать на кнопки (i), (E). Для выхода опять нажать на них | FM640.40MC, ТВ (MC68HC11F1) |
| | MM63-13VT, MM63-14HT | Удерживая кнопку (i) на ПДУ, включить сетевой выключатель на ТВ. Выход — (POWER OFF) | FM-240/00, ТВ (ZC88649P, ZC88644P, ZC424701) |



E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

| Фирма | Модель | Вход в сервисное меню. Выход из него Установки, снятие кодов (ключей) запрета и др. | Шасси, устройство (процессор) |
|---|---|---|---|
| BLAUPUNKT | MS70-100 DIGITAL PRO, CS82-100 DIGITAL PRO | Нажать на кнопку (i) на ПДУ. Выбрать позицию PROGRAMMIER OPTIONEN и нажать на кнопки (ME), (AUX). Выбрать позицию SERVICE MODE. Нажать на кнопки (ME), (3), (2), (0), (0). Выход — (TV) | FM600.70, FM600.71, ТВ |
| | MS70-76VT | Выключить ТВ с ПДУ. Удерживая кнопку (ME) на панели ТВ, включить его с ПДУ. Регулировки — кнопками (+), (-) на ТВ. При установке на нем яркости — размер по вертикали, насыщенности — размер по горизонтали, громкости — центровку по горизонтали, точной настройки — центровку по вертикали, знака > — выбор стандарта звука. После каждой регулировки требуется запоминание кнопкой (ME) на ТВ. С ПДУ можно установить первоначальные значения настроек изображения и звука. И опять нажать на кнопку (ME) на ТВ. Выход из режима — (POWER OFF) | FM100-30CTS, ТВ (HD6305Y1B80P) |
| BRAND | | С ПДУ перевести ТВ в дежурный режим и выключить его сетевым выключателем. Нажав синюю кнопку (VT) на ПДУ, включить ТВ сетевым выключателем. Еще раз нажать на кнопку (VT). Для выхода выключить ТВ с передней панели | ICC9, ТВ (ST9093, ST92T93J9B1) |
| | | Нажать фиолетовую кнопку на ПДУ и включить сетевой выключатель. Выход — (POWER OFF) | TX807, ТВ |
| CIRTIS | C-14/21/25/28M1/M2 | Замкнуть выводы 13 и 23 микросхемы (SAA3010) в ПДУ. Выход — кнопка (P) на ПДУ | ТВ (MC68HC705T10B) |
| CONTINENTAL | CT1412 | Удерживая кнопки (P+) и (P-) на передней панели ТВ, включить выключатель питания. Для выхода выключить ТВ с передней панели | ТВ (ST6375) |
| DAEWOO | | Для вхождения и изменений в сервисном режиме требуется специальный пульт. Для выхода выключить ТВ с передней панели | CP-375, ТВ (DW5255M2, DW5255RM) |
| | KR20V1T | Переключить ТВ на канал 91. Убрать четкость до минимума. На ПДУ нажать кнопки (красную), (зеленую), (меню). Выход — (POWER OFF) | ТВ |
| | 2594ST, 2896ST, 2898ST | Для вхождения нужен специальный сервисный пульт R-30SVC. Выход — (POWER OFF) | CP-775, ТВ (DW5255S1 — SDA5255) |
| | 21U1, 21E1, 21E5 | Выбрать на ТВ номер канала 91. Установить регулировку четкости (SHARPNESS) на минимум и быстро набрать на ПДУ (RED), (GREEN), (MENU). Выход— (POWER OFF) | ТВ |
| DAYTEK | DCT-2062-S | На ПДУ набрать (DISPLAY), (MUTE), (SLEEP), (FUZZY). Следующее нажатие на кнопку (DISPLAY) или (SLEEP) включит сервисное меню. Для выхода выключить ТВ с передней панели | ТВ |
| DUAL, HANSEATIC, SCHNEIDER | M4055, ST6714, CTV2703 | Нажать одновременно кнопку (S) на ТВ и (C) на ПДУ. Выход — (TV) | DTV-1, ТВ (CCU09/10/13, TVM4055) |
| | TV5504, TV5520, TV5525 | Нажать одновременно голубую и красную кнопки на ПДУ, а затем сразу и одновременно кнопки (P+) и (VOL+) на ТВ. Выход — (TV) | TV-4, ТВ (STV6385) |
| | TV1170, STV6156 | Одновременно нажать на ПДУ кнопку (C) и сервисную кнопку, находящуюся в нижнем ряду, если излучатели расположить вверх. Выход — (TV) | DTV-2, ТВ (CCU2070) |
| FERGUSON | 51K4/5/7 51L3/7 | Удерживая кнопки (VOL-) и (PROG-) на панели ТВ, включить сетевой выключатель и удерживать кнопки, пока не появится сообщение. Выход — (POWER OFF) | ICC5, ТВ (HD404919) |
| FUNAI | 2100AMK10HYPER | На плате ТВ замкнуть тестовую точку TP с меткой FAKTORY MODE и держать до тех пор, пока на экране не появится красная буква F. Далее нажимают на ПДУ кнопки выбора программ, которые вызывают соответствующий режим: (1) — появляется горизонтальная линия, обеспечивается регулировка центровки; (2) — АРУ; (3) — VCO (генератор, управляемый напряжением); (4) — центровка по горизонтали; (5) — регулировка цветовых оттенков; (6) — регулировка статического сведения лучей; (7) — проверка чистоты цвета (растр); (8) — уровень отсечки RGB; (9) — размах RGB; (0) — установка яркости, контрастности, насыщенности по умолчанию. Выход — (POWER OFF) | HYPER, ТВ (L7PAL3RD) |


E-mail: tv@radio.ru тел. 208-83-05

| Фирма | Модель | Вход в сервисное меню. Выход из него<br>Установки, снятие кодов (ключей) запрета и др. | Шасси,<br>устройство<br>(процессор) |
|---|---|---|---|
| FUNAI | MK7, MK8 | Замкнуть между собой выводы 2 и 14 микросхемы D6600A в ПДУ. Кнопка (6) в режиме PICTURE SELECT переключает символьно-графический вывод информации OSD.<br>Для выхода выключить ТВ с передней панели | ТВ<br>(R-514, R-584,<br>L7PAL3RD) |
| | 2100AMK11 | В ПДУ припаять кнопку между выводами 2 и 16 микросхемы PT2461-103. При нажатии на кнопку один раз на экране появляется надпись FACTORY; второй раз — B/W ADJUST (регулировка режимов кинескопа); третий раз — ADJUST (геометрия); четвертый раз — SETUP (установка опций); пятое нажатие — выход из сервиса. Кнопками (P-), (P+), (V-), (V+) устанавливают требуемые значения в необходимых местах | ТВ |
| FINLUX | 4028D | Сразу после включения ТВ подать с ПДУ команды (PRG), (EXT). Выход — (POWER OFF) | ТВ<br>(SDA20160) |
| | SERIA 5000 | Сразу после включения ТВ подать команды с пульта (TV), (PRG), (EXT). Выход — (POWER OFF) | ТВ<br>(SDA20320) |
| | 3021 | Нажать на кнопку (N1) на передней панели ТВ и быстро нажать на кнопку, расположенную слева от кнопки (N3).<br>Для выхода нужно снова нажать на кнопку слева от (N3) | ТВ<br>(SDA2080) |
| GRUNDIG | M63-105,<br>ST63-160,<br>ST63-781,<br>E63-911 | Для запуска внутренней памяти процессора замкнуть на общий провод его вывод 1 (контакт Mp2) и включить ТВ в сеть. Нажать на кнопку (i) на ПДУ (TP760). Кнопками (P+) и (P-) выбрать SERVICE. Нажать (OK) и ввести код кнопками (8), (5), (0), (0). Выход — нажать на кнопку (i) | CUC1822,<br>CUC1823,<br>CUC1852,<br>ТВ<br>(MC68HC11F1) |
| | ST82775,<br>ST95775 | Нажать на кнопку (i), появится надпись INFO CENTER. Выбрать SPECIAL FUNCTION кнопками (P+) и (P-) и нажать (OK). Ввести код кнопками (8), (5), (0), (0).<br>Выход — кнопкой (i) | CUC7880,<br>CUC7890,<br>ТВ<br>(SC415008FN4) |
| | M55-...,<br>M63-...,<br>ST63-..., ST70-... | Нажать на кнопку (P/C) на ПДУ, включить сетевой выключатель.<br>Выход — (POWER OFF) | CUC5360, CUC5361,<br>CUC5510, CUC5511, ТВ<br>(SDA20561, SDA20562) |
| | ST55-725,<br>ST55-750,<br>ST55-800,<br>ST55-95 | Удерживая кнопку (i) на ПДУ, включить сетевой выключатель.<br>Выход — кнопкой (i) | CUC2075,CUC7350,<br>ТВ (ZC411867P —<br>MC68HC05T3,<br>MC88671P) |
| | P37..., P40...,<br>P42..., P45...,<br>P50..., T51..., T55... | Удерживая кнопку (i) на ПДУ (TP720), включить сетевой выключатель. Запомнить значение — (OK).<br>Выход — (POWER OFF) | CUC6300,<br>ТВ (ZC88642P,<br>ZC88644P, ZC424701) |
| | BOSTON<br>ST270/8/IDTV/LOG | Нажать на клавишу (i) на панели ТВ и кнопку (OK) на ПДУ. Запомнить значение — (OK).<br>Для выхода нажать кнопки (i), (POWER OFF) | CUC1825,<br>CUC1826,<br>ТВ |
| | GV200VPS | На пульте нажать (CODE), затем – кнопки (4), (9), (3), (4). Затем подтвердить (OK) и нажать (STAND BY).<br>Для выхода выключить ТВ с передней панели | ТВ<br>(SDA2087N) |
| | M70-100,<br>M70-580,<br>M82-100,<br>M95-100,<br>M70-681 IDTV | Нажать на кнопку (i) на ПДУ. Кнопкой (P) вызвать режим SERVICE DEMO, нажать (OK), (AUX). Вызвать SERVICE MODE кнопками (OK), (8), (5), (0), (0).<br>Снятие блокировки — (VIDEOTEXT), (PAGE), (CANSEL), (PAGE), (OK).<br>Чтобы запомнить регулировки, необходимо вывод 7 микросхемы SDA3526 подсоединить к общему проводу.<br>Выход — кнопка (i) | CUC1835,<br>CUC1860,<br>CUC1880,<br>CUC1890,<br>ТВ<br>(SDA30161) |
| | M70-290/9,<br>M84-211/8 | Нажать на кнопку (i) на ПДУ. Кнопкой (P) вызвать режим DIALOG CENTER, нажать (OK). Вызвать For authorizes dealer — (OK), (8), (5), (0), (0).<br>Выход — (POWER OFF) | CUC1836,<br>CUC1929, ТВ<br>(SDA5250-100) |
| | P37/40/50,<br>T51/55/65 | Замкнуть выводы 6 и 10 процессора MC144105 в ПДУ.<br>Выход — кнопка (i) | CUC5301,<br>ТВ |
| | P37-065/070/730 | Удерживая кнопку (i) на ПДУ, включить сетевой выключатель.<br>Выход — (POWER OFF) | CUC7300,CUC7301,<br>CUC7303, ТВ<br>(ZC88667P, ZC411718P,<br>SDA5222) |
| | Снятие ключа | Если вы (или ваш ребенок), играя с ПДУ, ввели код и забыли его, то на ПДУ нужно набрать (VOL+), (VOL-), (CH-), (CH+). Если перестала работать кнопка (PC) на ПДУ, то, удерживая кнопку (PC) на ПДУ, включить сетевой кнопкой ТВ. Далее нужно установить громкость на максимум и нажать (OK), выключить и включить сетевой кнопкой ТВ | |

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

| Фирма | Модель | Вход в сервисное меню. Выход из него Установки, снятие кодов (ключей) запрета и др. | Шасси, устройство (процессор) |
|---|---|---|---|
| GRUNDIG | M82-169/9 IDTV,<br>Greenville 7003 text,<br>Greenville 7003 NIC/TOP,<br>ST63-700 text,<br>ST63-700 NIC/text,<br>ST63-700 NIC/TOP,<br>ST63-780 text,<br>ST63-780 NIC/TOP,<br>ST70-700 text,<br>ST70-700 NIC/text,<br>ST70-700 NIC/TOP,<br>ST70-780 text,<br>ST70-780 NIC/TOP,<br>ST72-860 TOP,<br>ST72-860 NIC/TOP,<br>Greenville 550 SE 5586 TOP,<br>ST 55-800 TOP,<br>ST 55-850 TOP,<br>ST 55-710 NIC/TOP,<br>ST 55-725 FT/GB,<br>ST 55-800 NIC/TOP,<br>ST 55-850 NIC/TOP,<br>ST 55-850 FR / TOP,<br>ST 55-900 FR / TOP,<br>M 70-269/9 Reference,<br>Trento SE 7016/9 Ref./PIP,<br>M 82-269/9 Ref.,<br>Denver SE 8216/9 Ref./PIP,<br>M 82-269 PAL-plus/LOG,<br>M 72-410 Ref.,<br>M 72-410/9 Ref.,<br>M 72-410 Ref./PIP,<br>M 95-410/9 Ref./PIP,<br>MW 70-100/8,<br>Berlin SE 70-100/8 | На ПДУ набрать (INFOCENTER), (SPECIAL FUNCTIONE), (SERVICE) и ввести код (8), (5), (0), (0). В меню все понятно.<br><br>КОДЫ ОШИБОК:<br>S-DDC E1 CIC1410<br>Display Processor E4 CIC1640<br>Comb Filter Video Proc. E5 CIC1350<br>Component Interf. Proc. E6 CIC1360<br>RGB Processor E7 IC34510<br>Audio Processor E8 IC32300<br>NVM E9/EA IC87080<br>Video Matrix EH IC43150<br>Video Matrix EL IC43200<br>Tuner, NVM EP CIC2120<br>Tuner, PLL E CIC2161<br>Audio Matrix (option) EF IC43210<br>Sync Controller E2 CIC1600<br>Picture Processor E3 CIC1600<br>Flicker Reduction Eh CIC1700<br>Video Processor En CIC70270<br>Audio Proc (DSP) Ec IC40010<br>Dolby Processor Ed CIC40040<br>NVM ER CIC3830, SAT Module<br>PLL Eo CIC9170, SAT Tuner<br>PIP Processor EU CIC29040, PIP Module<br>PIP Tuner PLL Er CIC2161, PIP Module<br><br>Выход — (POWER OFF) | CUC1982,<br>CUC1832,<br>CUC2030,<br>CUC2030N,<br>CUC2031,<br>CUC2031N,<br>CUC2020,<br>CUC2020N,<br>CUC2020FR,<br>CUC1952,<br>CUC1984,<br>CUC1983,<br>CUC1842,<br>CUC1894,<br>CUC1828,<br><br>ТВ<br><br>(68HC11F1) |
| HITACHI | 43FDX, 53FDX | Открыть лицевую панель (четыре винта), удалить центральную панель (шесть винтов), нажать синюю кнопку в левом углу платы набора.<br>Для выхода нажать на эту кнопку повторно | ТВ |
| | C25/28P445VT,<br>C21/25/28P745VT,<br>C28P405VT | Набрать на ПДУ (P), (*), (O/V), (#), (M).<br>Выход — (TV) | DIGIT2000,<br>ТВ (CCU-SALO-09 — CCU20XX) |
| | C2575/76/77, C2975/76/77,<br>CL25/29/76, CP25/29/76,<br>C28300TN | Удерживая нажатыми кнопки (VOL+) и (VOL-), включить сетевой выключатель. Нажать кнопку (ESC).<br>Выход — (POWER OFF) | A5,<br>ТВ<br>(ST90R28) |
| | CP2893TAN, CL2995TAN,<br>CL28500TAN | Удерживая нажатыми на ТВ кнопки (VOL+) и (VOL-), включить сетевой выключатель.<br>Выход — (POWER OFF) | A5WK,<br>ТВ (M37270MF) |
| | CS2840TA | Набрать на ПДУ за одну секунду (-/--), (MENU), (TV).<br>Выход — (POWER OFF) | EUROSTEREO-2,<br>ТВ (NES3-…, NES2-…) |
| | C2578FS,<br>C2589FS,<br>CMT2578 | На передней панели ТВ нажать кнопку (TV/AV) и, удерживая ее, включить ТВ. Для запоминания каждого параметра нажимать на кнопку (ENTER).<br>Выход — (POWER OFF) | V1,<br>ТВ |
| | C2135MN | Удерживая кнопку (-), включить ТВ с передней панели.<br>Выход — (POWER OFF) | ТВ |
| | CL2894/TAN/TA,<br>CP2894/TAN/TP/AN | Включить ТВ и сразу на ПДУ набрать комбинацию (MENU), (TV), (i). Выход — (POWER OFF) | FEATURE STEREO,<br>ТВ (SDA30C163) |
| | C25/2844TN,<br>C25/2864TN | Удерживая кнопки (VOL+) и (VOL-), включить сетевой выключатель. Под крышкой ПДУ нажать два раза на кнопку со знаком скобы.<br>Выход — (POWER OFF) | G10,<br>ТВ<br>(ST6385) |
| | CP2133TA/AN,<br>CL2133TA/TN | Включить ТВ и сразу на ПДУ набрать комбинацию (i), (M), (PROG). Выход — (TV) | STEREO PLUS,<br>ТВ |

***(Продолжение следует)***

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

# ТВЗ В ЛАМПОВОМ УМЗЧ

**Е. КАРПОВ, Украина, г. Одесса**

***В статье дается краткий анализ и определены реально достижимые параметры лампового триодного однотактного усилителя с унифицированным выходным трансформатором ТВЗ от телевизионного приемника. Рассмотрен способ переделки трансформатора, позволяющий улучшить его параметры. Приведены практическая схема усилителя и результаты испытаний. Подход, предложенный автором, может быть применен при разработке более мощных ламповых УМЗЧ.***

***Статья предназначена для радиолюбителей средней квалификации, рекомендации ограничены сведениями, дающими возможность повторить усилитель всем желающим.***

Разговоры про чудо лампового звука вызывают естественное желание это чудо услышать. И первая проблема, с которой столкнутся те, кто захочет повторить какой-либо ламповый усилитель, — это выходной трансформатор. Решить ее можно тремя способами. Можно изготовить его самостоятельно, это возможно, но совсем непросто. Можно купить хороший выходной трансформатор, это просто, но совсем недешево. А можно попытаться использовать что-нибудь доступное и недорогое.

Изучение радиорынка показало, что наиболее доступны выходные трансформаторы (ТВЗ) от старых телевизоров. Выбор широкий, а цена — от 0,3 до 0,6 долл., в зависимости от настроения продавца. Чаще всего встречаются ТВЗ-1-9, они и были приобретены для экспериментов. Купил я и трансформаторы других типов для сравнения. Как оказалось впоследствии, лучшими параметрами обладают трансформаторы ТВЗ-1-1 и ТВ-2А-Ш — наиболее почтенного возраста, но ТВЗ-1-9 в продаже было больше, именно с ними я решил экспериментировать дальше.

Задача была поставлена следующим образом: попытаться улучшить параметры трансформатора его переделкой (без перемотки), а потом спроектировать выходной каскад таким образом, чтобы максимально скомпенсировать его оставшиеся недостатки. Очевидно, что выходная мощность такого усилителя будет относительно невелика, однако главным было не получение большой мощности, а поиск принципиальных решений.

## Немного теории

Чтобы разобраться, куда надо двигаться, вспомним, какие параметры трансформатора на что влияют. Если обратиться к классикам (например, [1]) то, не вдаваясь в тонкости, можно сказать, что определяющими являются шесть параметров: индуктивность первичной обмотки, амплитуда магнитной индукции, индуктивность рассеяния, собственная емкость, сопротивление обмоток и коэффициент трансформации.

Параметры имеющихся трансформаторов были измерены, и вот что получилось:

— индуктивность первичной обмотки L1 — 6,5 Гн;

— индуктивность рассеяния (приведенная к первичной обмотке) $L_s$ — 56 мГн;

— емкость (приведенная к первичной обмотке) С — 0,3 мкФ;

— активное сопротивление первичной обмотки r1 — 269 Ом;

— активное сопротивление вторичной обмотки r2 — 0,32 Ом;

— коэффициент трансформации n — 37.

Здесь приведены усредненные данные, одинаковыми у трансформаторов оказались, к сожалению, только надписи на катушках. Материал магнитопровода остался неизвестен, но после снятия кривых намагничивания я склоняюсь к мысли, что это сталь Э44 (высоколегированная, предназначенная для работы в средних полях повышенной частоты). В принципе, что есть — то есть, но для расчетов надо было иметь стартовую точку.

Оценим, какие параметры можно ожидать при использовании таких трансформаторов. Чаще всего их применяли в простых усилителях с выходными лампами 6Ф5П, 6Ф3П, 6П1П, 6П14П в триодном включении. В этом случае выходное сопротивление ламп находится в интервале 1,3...2 кОм. Для расчетов примем усредненное значение — 1,7 кОм. На **рис. 1** показана упрощенная эквивалентная схема трансформатора, подключенного к лампе, которая представлена как генератор G1 с выходным сопротивлением $R_i$ (все приведено к первичной стороне трансформатора).

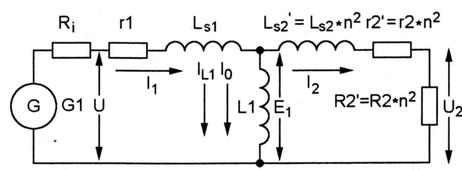



**Рис. 1**

## Параметры большого сигнала

Посмотрим, как обстоят дела с индукцией в магнитопроводе. Так как индукция обратно пропорциональна частоте, то наиболее интересна именно область низких частот, где она достигает максимальных значений. Фактически, допустимая индукция определит максимальную мощность, которую может передать трансформатор в области низких частот при приемлемых искажениях. Амплитуда индукции в магнитопроводе определяется по известной формуле

$$B = \frac{E_1 \cdot 10^4}{4{,}44 f S W_1},$$

где $E_1$ – напряжение, приложенное к первичной обмотке, В; f — частота сигнала, Гц; S — активная площадь сечения магнитопровода, см$^2$; $W_1$ — число витков.

Эту зависимость удобно сразу выразить через мощность в нагрузке. Напряжение $E_1$, приложенное к первичной обмотке, равно сумме напряжений на нагрузке R2' и на сопротивлении обмотки r2'. Индуктивностью рассеяния $L_{s2}$' на низких частотах можно пренебречь. Следует учесть, что через первичную обмотку протекает ток покоя лампы $I_0$, создающий намагничивающее поле, которое, в свою очередь, определяет начальное значение индукции $B_0$. По моим расчетам, оно приблизительно равно 0,3 Т. После преобразования формула принимает вид

$$B = \frac{10^4 \cdot n^2 \sqrt{\frac{P}{R2 \cdot n^2}}(r2 + R2)}{4{,}44 f S W_1} + B_0.$$

Для расчетов вручную эта формула чересчур громоздка, но при компьютерных вычислениях громоздкость не имеет значения. Рассчитанные для трех значений частоты зависимости индукции от выходной мощности показаны на **рис. 2**.

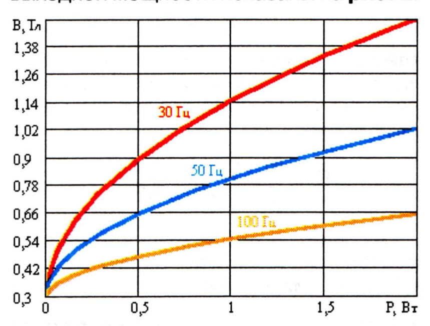



**Рис. 2**

Если учесть, что материал магнитопровода начинает насыщаться при индукции около 1,15 Т (это выяснилось при снятии основной кривой намагничивания), и допустить максимальную индукцию, равной приблизительно 0,7 Т, то из графиков видно, какую выходную мощность можно получить в области низких частот: на частоте 30 Гц — всего около 0,25, на 50 Гц — приблизительно 0,8 Вт, а на 100 Гц индукция уже перестает быть ограничивающим фактором. Превышение этих значений не только сильно повышает уровень гармоник, вносимых трансформатором, но и увеличивает уровень гармоник, генерируемых лампой из-за уменьшения входного сопротивления трансформатора. Измерения в реальном каскаде (на лампе 6Ф5П) показали, что при выходной мощности 1 Вт уменьшение частоты сигнала с 1 кГц до 50 Гц приводит к возрастанию уровня гармоник более чем в два раза.

## Параметры малого сигнала

Оценим влияние трансформатора на частотные свойства усилителя при работе его на малой мощности, когда проблем с индукцией нет (например, усилитель предназначен для телефонов). В этом случае удобнее производить



E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

оценку, воспользовавшись такими параметрами трансформатора, как индуктивность первичной обмотки и индуктивность рассеяния.

Из рис. 1 видно, что в области низких частот лампа нагружена на две параллельные цепи (индуктивностями рассеяния пренебрегаем). Первая — это индуктивность намагничивания L1, через которую течет ток намагничивания $I_{L1}$, вторая — цепь нагрузки, состоящая из последовательно включенных сопротивлений r2' и R2', через которую протекает ток $I_2$. По мере снижения частоты сигнала реактивное сопротивление L1 падает, соответственно $I_{L1}$ растет, а $I_2$ уменьшается. Кроме снижения коэффициента передачи каскада, наблюдается, в общем случае, еще одна неприятная вещь — падает входное сопротивление трансформатора, что приводит к уменьшению сопротивления анодной нагрузки лампы и, соответственно, к росту коэффициента гармоник. Для оценки влияния индуктивности первичной обмотки воспользуемся широко известной упрощенной формулой [1]:

$$M_L = \sqrt{1+\left(\frac{R_e}{2\pi f L1}\right)^2},$$

где $M_L$ — коэффициент частотных искажений; $R_e$ — сопротивление эквивалентного генератора, определяемое из выражения

$$R_e = \frac{(R_i + r1)\cdot(r2' + R2')}{R_i + r1 + r2' + R2'}.$$

На **рис. 3** приведены результаты расчета частотных искажений каскада в области нижних частот с выходным

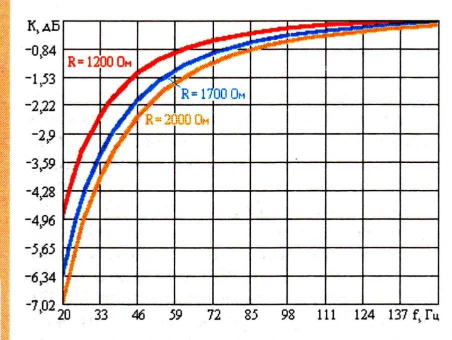



**Рис. 3**

трансформатором ТВЗ-1-9 для трех значений выходного сопротивления лампы. Из графиков видно, что при выходном сопротивлении лампы 1700 Ом (средняя кривая) спад АЧХ на 3 дБ происходит на частоте около 40 Гц. Снижение выходного сопротивления лампы приводит к уменьшению частотных искажений (верхняя кривая).

Но не будем делать скоропалительных выводов и посмотрим, что происходит в области верхних частот.

Из рис. 1 следует, что индуктивности рассеяния включены последовательно с нагрузкой (L1 можно не учитывать, так как в области высоких частот ток $I_{L1}$ ничтожно мал), с повышением частоты их реактивное сопротивление растет, а это приводит к уменьшению выходной мощности. Коэффициент частотных искажений определим по формуле

$$M_H = \sqrt{1+\left(\frac{2\pi f L_s}{R_i + r1 + r2' + R2'}\right)^2},$$

где $M_H$ — коэффициент частотных искажений; $L_s$ — индуктивность рассеяния, приведенная к первичной обмотке (измеренное значение).

На **рис. 4** показаны результаты расчетов частотных искажений каскада с тем же трансформатором в области верхних частот для трех значений выходного сопротивления лампы. Видно, что ситуация изменилась на противоположную — с уменьшением выходного сопротивления лампы частотные искажения возрастают. Этот факт легко объясним: чем больше лампа напоминает источник тока, тем меньше влияют включенные последовательно с нагрузкой паразитные сопротивления (в том числе и индуктивность рассеяния) на выходной ток $I_1$ ($I_2 = I_1$ в области высоких частот). Это вполне справедливо в режиме малого сигнала.

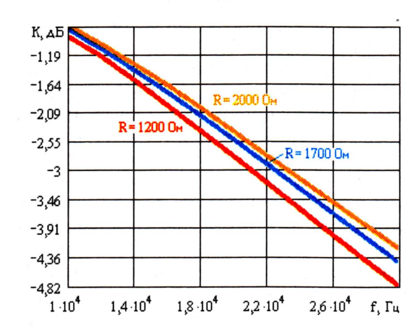



**Рис. 4**

Из сказанного можно сделать вывод, что для выходного трансформатора с не очень хорошими параметрами существует некоторое оптимальное выходное сопротивление источника сигнала, позволяющее получить максимально широкую полосу. Это сопротивление довольно просто вычислить, решив оптимизационную задачу в любом математическом пакете. (Если трансформатор имеет большую индуктивность первичной обмотки и малые паразитные параметры, эта задача теряет актуальность).

Это крайне поверхностное исследование выходного каскада с трансформаторами ТВЗ дало ответ на два вопроса: чего ожидать от стандартного трансформатора и к чему стремиться. Собственно говоря, к чему стремиться, было ясно с самого начала — паразитные параметры и амплитуду индукции надо понижать, а индуктивность первичной обмотки повышать. Но мне хотелось качественные (скорее эмоциональные) определения "понижать" и "повышать" перевести в количественную форму. К сожалению, такие параметры трансформатора, как индуктивность рассеяния, коэффициент трансформации и собственная емкость, определяются конструкцией и технологией изготовления катушки, и без перемотки последней мы их изменить не можем.

Но не все потеряно! Изменив конструкцию трансформатора, мы можем воздействовать на индуктивность первичной обмотки и амплитуду индукции, а это совсем не мало.

## Переделка трансформатора

Единственное, что можно сделать в данном случае, — изменить способ сборки магнитопровода. В заводском исполнении он выполнен с зазором (диэлектрической прокладки обычно нет, зазор образуется из-за неплотного прилегания пакетов Ш-образных и замыкающих пластин). Давайте ликвидируем зазор сборкой пластин магнитопровода вперекрышку и посмотрим, что получится.

Для начала трансформатор надо освободить от металлической обоймы, предварительно разогнув ее крепежные лапки. Далее, изъяв из катушки магнитопровод, аккуратно отделите пластины одну от другой и соберите вновь, укладывая их вперекрышку. Делайте это тщательно (для уменьшения зазора) и обязательно используйте все пластины. Возможно, замыкающих пластин не хватит, поэтому желательно иметь второй трансформатор с таким же магнитопроводом. Если переделываете два трансформатора (для стереофонического усилителя), число пластин в обоих должно быть одинаковым (естественно, в этом случае может понадобиться еще один в качестве "донора").

После сборки поставьте магнитопровод широкой стороной на ровную поверхность (кусок фанеры, гетинакса, текстолита) и легкими ударами киянки по выступающим торцам пластин добейтесь того, чтобы они расположились заподлицо с остальными. Эту операцию повторите, перевернув магнитопровод на противоположную сторону. Вид переделанного трансформатора на этом этапе показан на **рис. 5**. Готовый трансформатор желательно снова вставить в

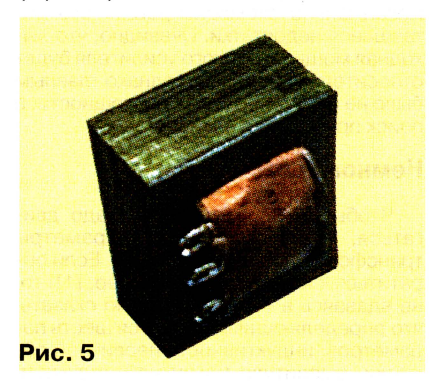


**Рис. 5**

обойму. Легче всего это сделать, используя большие слесарные тиски, но особенно не усердствуйте — большие механические напряжения ухудшают магнитные свойства стали.

Параметры переделанного трансформатора получились следующие: индуктивность первичной обмотки — 12,3 Гн, индуктивность рассеяния — 57 мГн, емкость —0,3 мкФ. Сравнив их с приведенными в начале статьи, ви-

дим, что параметры трансформатора существенно улучшились — индуктивность первичной обмотки возросла почти вдвое, а паразитные параметры не изменились. Вы можете справедливо отметить: в магнитопроводе теперь нет зазора, следовательно, нет его линеаризующего воздействия, и трансформатор нельзя использовать в традиционном каскаде с постоянным подмагничиванием. Согласен, но заметьте, после переделки уменьшилась амплитуда магнитной индукции в магнитопроводе на 0,3 Т при одинаковой выходной мощности. В итоге коэффициент гармоник, вносимых трансформатором, снизился. Совершенно очевидно, что возросшая индуктивность первичной обмотки позволяет расширить полосу воспроизводимых частот в области низких частот.

Так как переделанный трансформатор не может работать с подмагничиванием, для его возбуждения необходимо использовать другой тип выходного каскада.

## Выходной каскад

Самый очевидный путь — использовать так называемый дроссельный выходной каскад [2] и отделить трансформатор от анодной цепи лампы конденсатором (**рис. 6**). Это решает основную задачу — исключает подмагничивание выходного трансформатора, но требует использования дросселя в анодной цепи. Требования к нему по индуктивности обмотки, амплитуде индукции и паразитным параметрам не менее жесткие, чем к выходному трансформатору (хочу сразу предупредить читателей, что использовать в подобном каскаде дроссели фильтров недопустимо). Поэтому этот вариант для нас неприемлем.

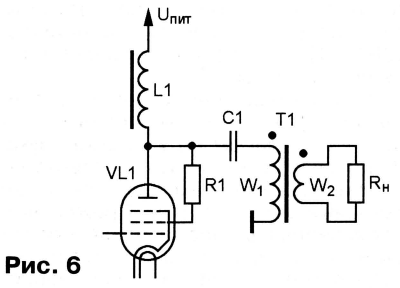



**Рис. 6**

Наиболее подходит в данном случае выходной каскад с источником тока в анодной цепи [3] (**рис. 7**), обладающий рядом преимуществ по сравнению с дроссельным. Высокое выходное сопротивление источника тока позволяет получить от лампы максимальное усиление, каскад имеет более широкую полосу воспроизводимых частот, менее требователен к качеству источника питания, конструкция в целом имеет меньшие габариты.

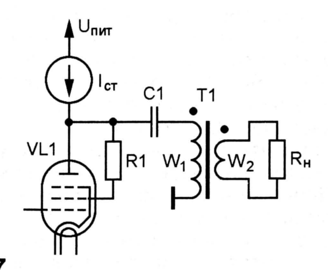



**Рис. 7**

Остановимся более подробно на полосе воспроизводимых частот и качестве источника питания. Если в дроссельном каскаде принять индуктивность дросселя, равной бесконечности, а паразитные параметры равными нулю, то каскады будут иметь одинаковые коэффициент усиления и полосу воспроизводимых частот. Но реализовать такой каскад с реальным дросселем невозможно, так как его конечная индуктивность ограничит полосу частот снизу, а паразитные параметры — сверху. А вот источник тока с параметрами, близкими к идеальным, реализовать вполне возможно. Большое преимущество каскада с источником тока — отсутствие жестких требований к элементам источника питания, так как через него не протекает переменная составляющая тока нагрузки, она замыкается в контуре, образованном лампой, разделительным конденсатором и первичной обмоткой трансформатора. Это позволяет использовать в источнике любые конденсаторы и не особенно заботиться об уменьшении амплитуды пульсаций.

Существуют и недостатки. Самый неприятный заключается в том, что напряжение питания каскада с источником тока должно быть значительно выше (как минимум, в полтора раза по сравнению с дроссельным). Эффективность каскада, соответственно, меньше, и схема гораздо сложнее.

Источник тока можно выполнить как на лампе, так и на транзисторах. Я склонился к транзисторному варианту по следующим причинам. В этом случае достижима более высокая стабильность тока, минимальное рабочее напряжение — гораздо ниже (и без того необходимо весьма высокое анодное напряжение), не требуется дополнительная накальная обмотка для лампы источника тока.

Особое внимание необходимо уделить разделительному конденсатору

**Рис. 8**

С1. Его качество влияет на выходной сигнал, так как через него протекает выходной ток лампы. Оксидные конденсаторы здесь применять недопустимо, можно использовать только бумажные и полиэтилентерефталатные (например, К73-17 с номинальным напряжением не менее 400 В; нужную емкость получают параллельным соединением требуемого числа конденсаторов).

## Схема усилителя

Принципиальная схема усилителя изображена на **рис. 8**, там же указаны режимы ламп по постоянному току. Выбор активных компонентов в основном определился возможностью их приобретения широким кругом радиолюбителей.

Усилитель двухкаскадный: первый выполнен на триодной части лампы VL1, второй (выходной) — на ее пентодной части, включенной триодом. В обоих каскадах в анодной цепи используются источники тока. Преимущества такого схемного решения в выходном каскаде мы обсудили выше, использование источника тока в каскаде предварительного усиления также вполне обосновано.

Во-первых, это позволяет получить от лампы максимальное усиление. Во-вторых, ее работа при фиксированном токе позволяет снизить коэффициент гармоник каскада в два-два с половиной раза. Хорошая АЧХ обеспечивается выбором достаточно большого тока покоя лампы. В каскаде используется автоматическое смещение, образующееся на резисторе R4, также через него вводится неглубокая местная ООС. При желании усилитель можно охватить общей ООС, подав в цепь катода триода часть сигнала с выхода усилителя через резистор R8.

В выходном каскаде используется фиксированное смещение, регулируемое подстроечным резистором R12. Основное назначение резистора R13 — обеспечить удобное измерение тока покоя выходного каскада.

Для защиты компонентов выходного каскада от перенапряжений применен варистор RU1 с квалификационным напряжением 180V (SIOV-S05K180). Его малые паразитные параметры практически не оказывают влияния на выходной сигнал.

Применение сложных каскодных источников тока обусловлено большим размахом переменного напряжения на анодах ламп [4] (особенно в выходном каскаде). Использование простых источников на одном транзисторе (это относится и к варианту на полевом транзисторе с резистором в цепи истока), рекомендуемых некоторыми авторами, не обеспечивает приемлемой стабилизации тока в широком диапазоне частот. В выходном каскаде даже применение каскодного источника не решает всех проблем: на частотах выше 25...30 кГц становится заметным спад усиления из-за влияния емкостей транзистора VT4. Несколько расширить полосу частот каскада можно, заменив пару транзисторов VT4, VT5 одним высокочастотным высоковольтным p-n-p транзистором подходящей мощности (например, 2SB1011). Однако такие транзисторы менее доступны.

Коснусь еще одного вопроса, связанного с применением источников тока и их влиянием на качество звука. Идеальный источник тока, естественно, не окажет никакого влияния, но реальные могут влиять. Прежде чем рекомендовать рассматриваемый вариант источника тока, я его достаточно подробно исследовал и существенного ухудшения спектра выходного сигнала в диапазоне звуковых частот не обнаружил. Для исследований использовались спектроанализатор HP-3585 фирмы Hewlett-Packard с динамическим диапазоном 120 дБ и селективный вольтметр D2008 фирмы Siemens с еще более впечатляющим значением этого параметра — 140 дБ. Конечно, отличия от резистивного каскада существуют, но только на уровне −80...−90 дБ. Во многих случаях это уже ниже уровня собственных шумов каскада. На что действительно надо обратить внимание, так это на уровень шумов каскада с источником тока. Применение активных элементов в цепи анода приводит к некоторому возрастанию шумов (это в равной мере относится и к источникам, выполненным на лампах), но для каскадов, работающих с входными сигналами в сотни милливольт, принципиального значения это не имеет. Во входных каскадах высокочувствительных усилителей это следует иметь в виду.

Я не сторонник борьбы “за чистоту ламповых рядов” ради самой борьбы и отрицания реальных преимуществ гибридных устройств. Результатом такого подхода, на мой взгляд, будут топтание вокруг решений 50-х годов прошлого века и рассуждения о необходимом составе используемого припоя. Самое важное в нашем случае, что сигнал усиливается именно лампами (через источник тока переменная составляющая практически не протекает).

## О некоторых деталях усилителя

Конкретные типы элементов, не указанные на схеме, я перечислять не буду, но хочу обратить внимание на некоторые из них.

В катодных цепях лампы желательно использовать резисторы (R4 и R13) с допускаемым отклонением сопротивления от номинала не более ±1 % (С2-1, С2-29В и т. п.), а в качестве подстроечных (R5, R12, R14) — многооборотные (подойдут СП3-37, СП3-39, СП5-2, СП5-3, СП5-14). Разделительный конденсатор (С4) — металлобумажный (МБГЧ, МБГО, МБГТ) с номинальным напряжением не менее 400 В. Но, как отмечалось, допустимо применение и полиэтилентерефталатных (К73-17) с таким же напряжением. Требуемую емкость получают параллельным соединением соответствующего числа конденсаторов.

Вместо варистора SIOV-S05K180 можно использовать газовые разрядники или телекоммуникационные супрессоры с малой емкостью на подходящее напряжение.

Транзистор VT4 необходимо установить на теплоотвод, способный рассеять мощность 5...6 Вт (необходимая площадь охлаждающей поверхности — 120...150 см$^2$).

## Налаживание усилителя

При использовании заведомо исправных деталей и правильном монтаже проблем с налаживанием не возникает. Для налаживания усилителя, как минимум, необходим авометр, очень желательно наличие генератора сигналов ЗЧ и осциллографа. Перед включением усилителя установите движки подстроечных резисторов R5 и R14 в верхнее (по схеме) положение, а R12 — в нижнее. Это не ошибка, лампу VL1.2 надо полностью открыть. Вход усилителя должен быть замкнут накоротко. Сначала установите ток покоя первого каскада (резистором R5), затем выходного (R14). Нужного напряжения на аноде VL1.2 добиваются в последнюю очередь (резистором R12).

Точно напряжение смещения VL1.2 подбирают, подав на вход усилителя сигнал от генератора (выход, естественно, должен быть нагружен на эквивалент нагрузки). Необходимо добиться максимального размаха напряжения сигнала на аноде выходной лампы при минимальных искажениях. Следует заметить, что ограничение верхней полуволны выходного напряжения происходит довольно резко, что связано с выходом источника тока из режима стабилизации. При использовании лампового источника тока этот эффект менее заметен.

В выходном каскаде есть интересная возможность. Разделительный конденсатор С4 и индуктивность первичной обмотки выходного трансформатора образуют низкодобротный последовательный колебательный контур. При емкости С4, указанной на схеме, его резонансная частота приблизительно равна 10 Гц и существенного влияния на выходной сигнал не оказывает. Уменьшая емкость конденсатора, можно сдвинуть резонансную частоту контура в область более высоких частот, что приведет к подъему (расширению) АЧХ в низкочастотной области. Но это чисто теоретически, реальные процессы, происходящие в этом контуре, гораздо сложнее, и результат не всегда однозначен. Я не берусь давать по этому поводу рекомендации (оценивать это надо на слух) и проведение такого эксперимента оставляю на усмотрение читателей.

## Результаты испытаний

Описанный усилитель был собран на макетной плате. Питание осуществлялось от нестабилизированного выпрямителя с LC-фильтром. Ниже приведены измеренные параметры усилителя и спектры выходного сигнала при работе в различных режимах (общая ООС не использовалась). Сопротивление нагрузки — 4 Ом, напряжение питания — 370 В.


E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

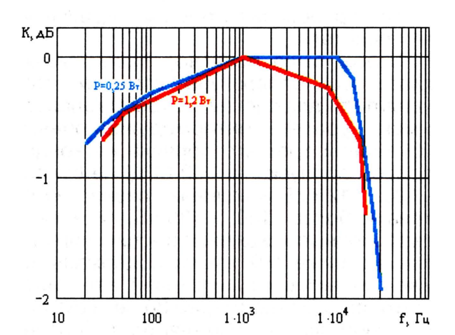



Рис. 9

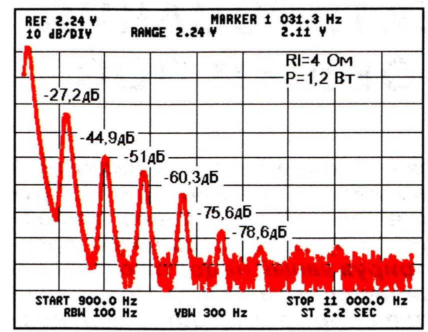



Рис. 10

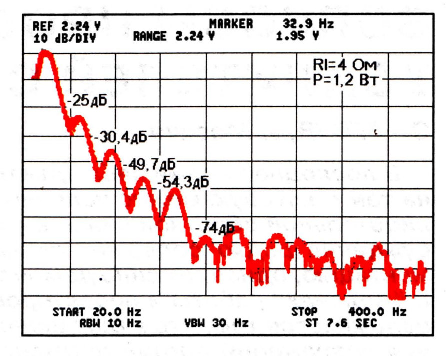



Рис. 11

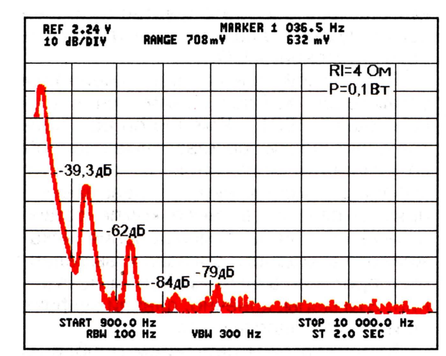



Рис. 12

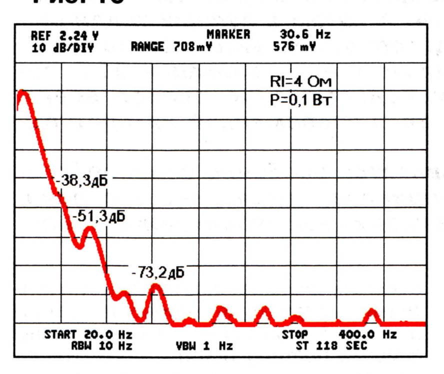



Рис. 13

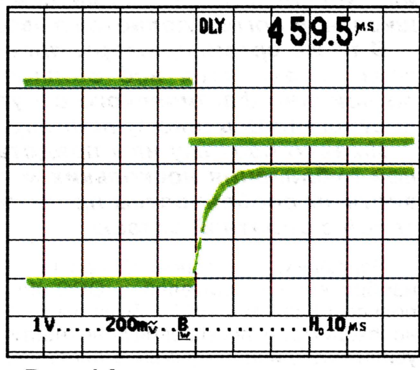



Рис. 14

Номинальная выходная мощность, Вт . . . . . . . . . . . . . . . . 1,2
Номинальное входное напряжение на частоте 1 кГц, В . . . . . . 0,25
Коэффициент усиления на частоте 1 кГц:
первого каскада . . . . . . . . . . . . . . 60
второго каскада . . . . . . . . . . . . . . . . 6
Выходное сопротивление приведенное, Ом . . . . . . . . . . . . 1839
Коэффициент гармоник на частоте 1 кГц, %, не более, при выходной мощности, Вт:
1,2 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4,4
0,1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,0
Полоса пропускания на уровне –1 дБ, кГц, при выходной мощности, Вт:
1,2 . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,03...18
0,2 . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,02...22
Коэффициент демпфирования на частоте 1 кГц при выходной мощности 1,2 Вт . . . . . 2,99
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс, при выходной мощности 0,2 В . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,2

АЧХ усилителя при двух значениях выходной мощности показана на **рис. 9**. Спектр выходного сигнала частотой 1 кГц при выходной мощности 1,2 Вт изображен на **рис. 10**, частотой 30 Гц (при той же выходной мощности) — на **рис. 11**, то же, но при выходной мощности 0,1 Вт — на **рис. 12** и **13** соответственно.

Реакцию усилителя на импульсный сигнал частотой 1 кГц при выходной мощности 1,2 Вт иллюстрирует **рис. 14**.

По сравнению с усилителем с традиционным выходным каскадом и не переделанным трансформатором параметры явно улучшились. Если в области средних и высших частот изменения невелики (на частоте 1 кГц коэффициент гармоник уменьшился приблизительно на 12 %), то в области низких частот выигрыш значительный. Произошло заметное расширение полосы в область низших частот при существенно меньшем уровне гармоник (на частоте 50 Гц при мощности 1,2 Вт — почти в два раза). При выходной мощности 0,1 Вт коэффициент гармоник на частоте 30 Гц не превышает 1,2 %. В спектре выходного сигнала во всех режимах преобладает вторая гармоника, число высших гармоник ограничено и, кроме того, их уровень очень мал.

Скорость нарастания выходного напряжения усилителя невелика, но здесь мало что можно сделать: большие значения паразитных параметров выходного трансформатора существенно ограничивают возможности коррекции. В действие вступает закон “тришкиного кафтана”: попытка повысить скорость нарастания приводит к ухудшению других параметров усилителя.

## Заключение

Получившийся усилитель — это, конечно, не “Ongaku”, но и не говорящая консервная банка неизвестного производства за 20 долл. У него чистый певучий звук. Конечно, небольшая выходная мощность накладывает определенные ограничения на его применение: для озвучивания комнаты средних размеров такой мощности явно недостаточно, но как телефонный усилитель он будет совсем не плох.

Я бы сравнил этот усилитель с флакончиком пробных духов. Вы сможете сами оценить особенности “лампового” звука и решить, насколько он вам нравится, а не полагаться на мнение других людей.

Усилитель можно усовершенствовать. Весьма перспективное направление — использование более “линейных” ламп. Результаты моделирования показали, что применение в выходном каскаде триодов средней мощности позволяет уменьшить коэффициент гармоник на полной мощности еще в полтора-два раза. Но это неизбежно приводит к увеличению числа ламп (которые к тому же дефицитны) и усложнению схемы.

Не сошелся свет клином и на трансформаторах ТВЗ. Опытные радиолюбители на основе описанного подхода, используя трансформаторы более высокого качества, могут создавать свои конструкции с гораздо лучшими параметрами. Потенциальные возможности выходного каскада с источником тока довольно велики.

В заключение хочу заметить, что использование трансформаторов типа ТВЗ — это большой компромисс между качеством и стоимостью. В высококачественном ламповом усилителе необходимо использовать хороший выходной трансформатор.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Цыкин Г. С.** Трансформаторы низкой частоты. — М.: Связьиздат, 1955.
2. **Войшвилло Г. В.** Усилители низкой частоты. — М.: Связьиздат, 1939.
3. **Ложников А. П.**, **Сонин Е. К.** Каскодные усилители. — М.: Энергия, 1964.
4. **Хоровиц П.**, **Хилл У**. Искусство схемотехники. — М.: Мир, 1983.



E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

# ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ С ОБЩЕЙ ООС

*С. АГЕЕВ, г. Москва*

***В последнее время наблюдается очередной всплеск дискуссий на тему, которую можно условно назвать — "за" или "против" отрицательной обратной связи в усилителях. К сожалению, эти обсуждения редко содержат сколько-нибудь рациональную аргументацию, одновременно демонстрируя явный недостаток знаний о "мелочах" работы и проектирования систем с ООС. Положение осложняется тем, что в большинстве случаев в качестве оправдания возражений против применения обратной связи приводятся устройства, на поверку оказывающиеся примером неграмотного или неудачного ее использования. А затем в худших традициях школьной логики делается вывод: "обратная связь — это плохо!".***

***В то же время примеры правильного использования ООС, похоже, становятся все большей редкостью, и, скорее всего, по причине фактического отсутствия современной литературы, посвященной данному вопросу.***

***Именно поэтому нам представляется особенно целесообразной публикация нескольких материалов, посвященных малоизвестным особенностям проектирования высоколинейных усилителей с обратной связью.***

Напомним, что основной причиной изобретения усилителей с ООС Харольдом Блэком в 1927 г. была именно необходимость повышения линейности усилителей, используемых в системах многоканальной телефонной связи по одной паре проводов.

Проблема была в том, что требования к линейности этих усилителей по мере увеличения числа каналов очень резко растут. Причин тому две. Первая — количество возможных продуктов интермодуляции, создающих помехи, быстро (примерно квадратично) растет с ростом числа каналов и очень чувствительно к порядку нелинейности, факториально возрастая с его увеличением (именно поэтому обязательным требованием к таким усилителям является короткий спектр гармоник). Вторая причина состоит в том, что при росте полосы сигнала растут и потери в кабелях, из-за чего усилители приходится размещать на меньшем расстоянии (и сильнее корректировать их АЧХ), а на трассе 2500 км их число увеличивается до трех тысяч. Так как продукты искажений в линии связи суммируются, соответственно жестче требования к каждому отдельному усилителю.

Чтобы было понятно, сколь высок класс этой аппаратуры, отметим, что усилители для систем на 10800 каналов имеют уровень интермодуляционных искажений третьего порядка на конце полосы пропускания (60 МГц) не более −120...−126 дБ и величину разностного тона не более −130...−135 дБ. Интермодуляционные искажения высших порядков еще ниже. АЧХ тракта, содержащего две-три тысячи (!) усилителей, в течение срока службы (примерно 30 лет круглосуточной работы) изменяется не более чем на единицы децибел, в основном из-за старения кабеля. По меркам обычной аппаратуры — это фантастика, а на самом деле — лишь результат грамотного применения ООС.

Проблемой повышения линейности усилителей Х. Блэк занимался в Bell Labs еще с 1921 г. Именно он разработал практически все известные способы компенсации искажений, в частности, коррекцию искажений так называемой прямой связью, а также компенсацию искажений путем суммирования искаженного выходного сигнала с выделенным противофазным сигналом искажений. Эти меры, конечно, давали эффект, но их было недостаточно.

Кардинальным решением проблемы линейности стало именно изобретение усилителей с ООС и, главное, их корректная практическая реализация, что было невозможно без создания соответствующей теории ("нет ничего практичнее хорошей теории!"). Первый шаг в построении теории был сделан Гарри Найквистом, нашедшим применяемый и поныне метод определения устойчивости еще до замыкания петли ООС

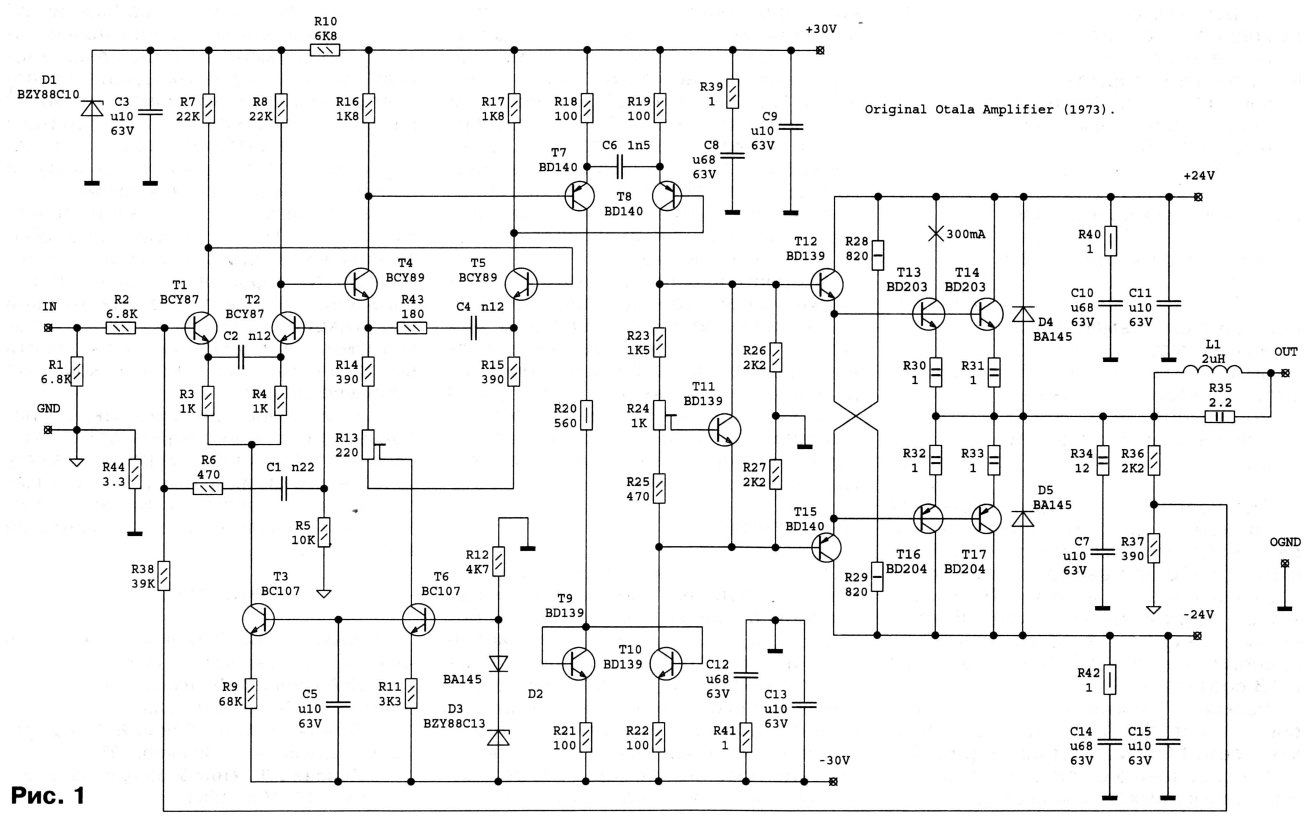



Рис. 1


E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05
РАДИО № 4, 2003

исходя из вида АЧХ и ФЧХ разомкнутой системы (годограф Найквиста).

Однако не все так просто. Несмотря на простоту и кажущуюся очевидность принципа работы ООС, для реального получения тех преимуществ, которые можно достичь с ее использованием, пришлось создать весьма обширную теорию обратной связи, отнюдь не сводящуюся к обеспечению устойчивости (отсутствия генерации). Ее построение было практически завершено выдающимся американским математиком голландского происхождения Хендриком Ваде Боде только к 1945 г. [1]. Чтобы была понятна реальная сложность задач, отметим, что даже первый патент Блэка на усилитель с ООС, в котором описаны далеко не все проблемы, имеет объем небольшой книги — в нем 87 страниц. Кстати, всего Х. Блэк получил 347 патентов, значительная часть которых связана именно с реализацией усилителей с ООС. В сравнении с таким объемом работ все претензии современных "ниспровергателей основ", не создавших ничего и близкого по уровню, и зачастую даже ни разу не читавших (или не понявших) работ Блэка, Найквиста и Боде, выглядят по меньшей мере чрезмерно самоуверенными. Поэтому вопрос не в использовании ООС (реально она есть всегда, просто не всегда в явном виде), а в том, чтобы это использование было грамотным и приносило желаемый результат.

Итак, на что из "не описанного в учебниках" нужно обращать внимание при проектировании и оценке схемотехники усилителей с ООС?

Вначале напомним, что в формуле коэффициента передачи (передаточной функции) системы с обратной связью

$$H(s) = K(s)/[1+ \beta(s)K(s)]$$

фигурируют комплексные числа и функции, а именно:

$\beta(s)$ — комплексный коэффициент передачи (передаточная функция) цепи ОС;

$K(s)$ — комплексный коэффициент передачи (передаточная функция) исходного усилителя.

Для получения корректных результатов вычисления нужно вести по правилам арифметики комплексных чисел [2], о чем нередко забывают даже авторы учебников. Например, при фазовом угле петлевого усиления, близком к ±90°, ±270°, амплитудные нелинейности исходного усилителя практически полностью конвертируются в фазовые (т. е. в паразитную фазовую модуляцию, пусть и ослабленную в $|\beta K|$ раз). При этом паразитная модуляция амплитуды практически исчезает, и получаемые результаты измерений интермодуляционных искажений могут быть на 20...30 дБ более оптимистичными, чем на самом деле покажет анализатор спектра (и слух в случае УМЗЧ). К сожалению, именно так и обстоят дела с большинством ОУ и многими УМЗЧ.

Хорошим примером может служить усилитель с токовой обратной связью, описанный Марком Александером [3]. Реальный уровень интермодуляционных искажений (в англоязычной аббревиатуре — IMD) этого усилителя на двухтоновом сигнале с частотами 14 и 15 кГц по анализатору спектра составляет примерно 0,01 %, что хорошо согласуется с графиком зависимости коэффициента гармоник от частоты (примерно 0,007 % на частоте 15 кГц). Если интермодуляционные искажения этого усилителя измерить по стандартной (учитывающей только модуляцию амплитуды) методике, то получаемые значения IMD окажутся намного меньшими. На частоте 7 кГц мы получим только ничтожные 0,0002 %, а на 15 кГц — около 0,0015 %, что существенно ниже реальных значений (около 0,005 и 0,01 % соответственно). Этот эффект вскользь отмечен и в работе Матти Оталы [4].

Следующий момент. Важно понимать, что ООС не может снизить абсолютную величину приведенных к входу продуктов искажений и шумов по сравнению с ситуацией, когда петля ООС разомкнута, а уровни сигнала на выходе в обоих случаях одинаковы. На достаточно высоких частотах усиление у любого усилителя падает; как следствие, увеличивается и разностный сигнал в усилителе с ООС. Поэтому в области более высоких частот входной и последующий каскады неизбежно начнут проявлять свою нелинейность, поскольку возрастание разностного сигнала в усилителе с ООС возможно почти до удвоенной величины входного [5] из-за сдвига фаз. Отметим также, что при замкнутой петле ООС продукты искажений, особенно высокого порядка, типа "зубцов" переключения плеч выходного каскада, аналогичны высокочастотным входным сигналам и входной ФНЧ тут помочь не может. Именно поэтому для предотвращения катастрофического расширения спектра интермодуляционных искажений при введении ООС крайне желательно обеспечить более быстрый спад огибающей спектра продуктов искажений без ООС, чем скорость спада петлевого усиления. Условие это, к сожалению, не только малоизвестно (Боде на него лишь намекает, считая очевидным), но и крайне редко выполняется.

По той же причине вводимая для устойчивости частотная коррекция не должна приводить к ухудшению линейности усилителя *во всем диапазоне частот, вплоть до частоты единичного усиления и даже несколько выше.* Наиболее очевидный способ достичь этого — выполнить коррекцию так, чтобы уменьшать непосредственно величину входного сигнала, как это и было сделано в известном усилителе М. Оталы (**рис. 1**). Отметим, что используемое здесь "гашение" разностного сигнала на входе цепочкой R6C1 дает в итоге гораздо лучший результат, чем шаблонная схема частотной коррекции по типу ОУ, несмотря на наличие в эмиттерных цепях дифференциальных каскадов форсирующих конденсаторов C2, C4, C6, которые сильно увеличивают динамическую нелинейность.

Сказанное объясняет желательность большого запаса линейности в каскадах,

предшествующих тем, где формируется основной спад АЧХ — в усилителях с ООС это нужно в первую очередь для того, чтобы предотвратить существенное расширение спектра продуктов искажений.

С целью повышения линейности входных каскадов часто рекомендуют применение в них полевых транзисторов, однако эта рекомендация имеет определенный смысл только при использовании дискретных полевых транзисторов с большим напряжением отсечки (более 5 В) и задании соответствующего режима (около половины начального тока, правда, усиление такого каскада невелико). Усилительные каскады на биполярных транзисторах при введении местной ООС, обеспечивающей ту же эффективную крутизну и работающие при том же токе, что и каскады на полевых транзисторах, всегда обеспечивают значительно лучшую линейность, особенно на высоких частотах, за счет лучшего отношения проходной емкости к крутизне [6]. Использование стандартных ОУ с "полевым" входом, у которых входные транзисторы для достижения термостабильности работают в режиме, отстоящем от отсечки примерно на 0,6...0,7 В, дает выигрыш по линейности только при сравнении с дифференциальным каскадом на биполярных транзисторах, в котором на эмиттерных резисторах падает не более 0,1...0,2 В. В быстродействующих ОУ с "биполярным" входом падение напряжения на эмиттерных резисторах обычно не ниже 300...500 мВ, так что линейность их входных каскадов выше, а входная емкость у них меньше. Именно по этим причинам высоколинейные и быстродействующие ОУ с "полевым" входом (например, OPA655 и AD843) обычно строятся как комбинация каскадов на биполярных транзисторах с входными истоковыми повторителями.

Для повышения линейности входных каскадов наиболее эффективно использование местных частотно-зависимых ООС, обеспечивающих одновременно необходимый спад АЧХ и рост линейности (например, с катушками индуктивности в эмиттерных цепях входных каскадов [7]). Частотно-зависимая местная ООС позволяет уменьшить потери глубины общей ООС в рабочей полосе частот; она применима как в каскадах усиления напряжения (например, в ОУ LM101, LM318, NE5534 [8]), так и в выходных каскадах (например, в ОУ OP275, LM12 и в микросхемах УМЗЧ TDA729x и LM3876/3886).

Таким образом, при разработке усилителя с ООС необходимо обеспечить приемлемую (во всяком случае, не хуже нескольких процентов) линейность и лучшую стабильность характеристик без ООС именно в области частот, где петлевое усиление мало, а не на низких частотах, где петлевое усиление велико. Ряд мер по улучшению линейности на низких и средних частотах (например, введение так называемой следящей связи в каскодный усилитель) одновременно приводит к ухудшению стабильности характеристик и (или) снижению линейности на ВЧ. Поэтому их введение в усилители с ООС нецелесообразно.

В случае использования местных ООС для получения хороших результатов надо производить оптимизацию их частотных характеристик, так как каждая из них не только повышает линейность данного каскада, но и снижает петлевое усиление в цепи общей ООС. Задача эта нетривиальная, без очень аккуратного компьютерного моделирования и оптимизации тут не обойтись. В качестве правила первого приближения можно считать, что близким к оптимальному вариантом является тот, при котором вклад всех каскадов в результирующие искажения усилителя с ООС (при замкнутой петле ООС!) примерно одинаков.

Далее, для усилителей с общей обратной связью критически важно отсутствие динамических срывов слежения в цепи ООС. Это означает, что недопустимы динамические нелинейности, приводящие к скачкообразным изменениям характеристик, например, из-за запирания или насыщения (квазинасыщения) транзисторов или же из-за появления сеточных токов у ламп при подаче сигнала через разделительный конденсатор. Если же подобные явления по каким-либо причинам нельзя исключить, необходимо принять меры по нивелированию их влияния в областях частот, где петлевое усиление невелико (особенно в области частоты единичного усиления), используя, например, местные ООС.

Отличный пример — двухтактный выходной каскад NE5534 [8] на транзисторах одинаковой структуры проводимости. Казалось бы, каскад весьма нелинейный: верхнее плечо — эмиттерный повторитель, нижнее — транзистор с общим эмиттером. Тем не менее в ОУ за счет роста глубины местной ООС с частотой отсутствуют даже следы "ступенек" (конечно, при условии правильной разводки платы). Поэтому основным источником искажений в данном усилителе чаще всего оказывается именно перегрузка входного каскада, не содержащего (с целью минимизации шума) эмиттерных резисторов! Как бы то ни было, рост искажений в полосе звуковых частот у этого ОУ отсутствует даже при усилении с ООС 40 дБ ($\beta$ = 0,01), когда глубина общей ООС на 20 кГц не превышает 30 дБ. Искажения при этом не превышают 0,005 % (и это при размахе выходного сигнала 20 В от пика до пика), а спектр их практически ограничен третьей гармоникой. При этом подключение нагрузки вплоть до 500 Ом на искажения почти не влияет.

Из других схемотехнических дефектов особенно опасны динамический гистерезис (создаваемый большинством схем, предназначенных для "плавного" переключения плеч двухтактных выходных каскадов), а также возникающая на высоких частотах "центральная отсечка" — ступенька (стандартная болезнь выходных каскадов на составных транзисторах по схеме Шиклаи или на основе "параллельного" усилителя). С точки зрения устойчивости эти дефекты

эквивалентны появлению дополнительного фазового сдвига, доходящего до 80°...100°. В ряде ОУ и некоторых моделях мощных усилителей для преодоления этих недостатков используются цепи обхода нелинейных элементов по ВЧ (многоканальная ОС).

Вопрос выбора вида АЧХ петлевого усиления довольно хорошо освещен в классической литературе, например в [1]. Выбор оптимального числа каскадов усиления с учетом их относительного быстродействия и проектирование систем с многоканальной ООС подробно рассмотрены в [9], поэтому ниже приведем лишь краткие сведения.

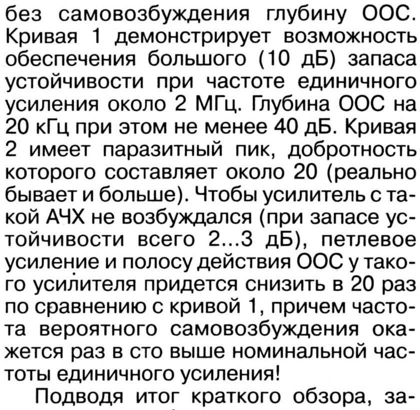
Так как самым "медленным" узлом УМЗЧ чаще всего является мощный выходной каскад, то оптимальное с точки зрения линейности и глубины ООС число каскадов в УМЗЧ заведомо не ниже трех (как установил еще Боде, при примерно равном быстродействии каскадов оптимален трехкаскадный усилитель). В случае выполнения коррекции с цепями обхода каскадов по ВЧ число каскадов ограничено лишь усложнением устройства.

Пропагандируемое рядом авторов разбиение общей петли ООС на несколько местных петель, несмотря на упрощение проектирования, нецелесообразно. Охват "местной" обратной связью более чем одного каскада в составе усилителя, как показано еще Боде, приводит к потере потенциально достижимой линейности. Например, последовательно включенные два каскада с местной ООС по 30 дБ будут иметь заведомо худшую линейность, чем эти же два каскада, охваченные общей ООС глубиной 60 дБ в той же полосе частот.

Конечно, из этого правила есть некоторые исключения. Так, для формирования АЧХ петлевого усиления полезно применение частотно-зависимых местных ООС, когда в области рабочих частот усилителя они практически выключены и не уменьшают достижимую глубину общей ООС. Другой пример — в усилителях диапазона СВЧ, выполненных на дискретных компонентах, избыточный сдвиг фазы, вносимый активными элементами и пассивными цепями, начинает превосходить естественный, определяемый спадом АЧХ, и достижимая глубина общей ООС невелика. В этом случае вместо общей ООС оказывается практичнее использовать цепочки переплетенных местных ООС.

Запас устойчивости по фазе на высоких частотах для УМЗЧ не следует выбирать меньше 20°...25° (ниже — ненадежно) и невыгодно повышать более 50°...70° (заметные потери в площади усиления, т. е. в быстродействии и глубине ООС). Для увеличения глубины ООС в рабочей полосе частот целесообразно введение в АЧХ петлевого усиления участка с крутизной около 12 дБ на октаву. Еще лучше сформировать АЧХ петлевого усиления типа среза Боде или устойчивую по Найквисту (с заходом фазы за 180°), однако их *корректная* реализация довольно сложна и потому далеко не всегда оправдана. Именно поэтому УМЗЧ с АЧХ петлевого усиления "по Найквисту", насколько известно, серийно не производятся. Описанные же в литературе конструкции имеют существенные эксплуатационные ограничения (в частности, недопустимость попадания на вход высокочастотных сигналов, плохой выход из "клиппирования" по выходному напряжению). Устранение указанных ограничений возможно, но громоздко.

Еще один часто упускаемый очень важный фактор реализуемости — конструктивное исполнение каскадов, охваченных обратной связью. Оно должно обеспечивать отсутствие паразитных резонансных пиков на спаде АЧХ и за полосой пропускания, вынуждающих для обеспечения устойчивости искусственно занижать быстродействие усилителя в целом (см. приведенные на **рис. 2** примеры АЧХ усилителей с разомкнутой ООС). Наличие паразитных пиков на АЧХ резко снижает и достижимую



без самовозбуждения глубину ООС. Кривая 1 демонстрирует возможность обеспечения большого (10 дБ) запаса устойчивости при частоте единичного усиления около 2 МГц. Глубина ООС на 20 кГц при этом не менее 40 дБ. Кривая 2 имеет паразитный пик, добротность которого составляет около 20 (реально бывает и больше). Чтобы усилитель с такой АЧХ не возбуждался (при запасе устойчивости всего 2...3 дБ), петлевое усиление и полосу действия ООС у такого усилителя придется снизить в 20 раз по сравнению с кривой 1, причем частота вероятного самовозбуждения окажется раз в сто выше номинальной частоты единичного усиления!

Подводя итог краткого обзора, заметим, что любое проектирование — это набор компромиссов, поэтому очень важно, чтобы применяемые решения были взаимно увязаны между собой, а конструкция представляла собой единое целое. Применительно к УМЗЧ, например, нет особого резона специально добиваться глубины ООС выше 80...90 дБ в звуковой полосе частот, так как основным источником продуктов искажений при этом будут уже не активные элементы, а конструктивные, например, наводки от двухтактных выходных каскадов. Ясно, что в подобном случае важнее тщательная отработка конструктивного исполнения, как это сделано в одной из конструкций автора [10] или в зарубежных усилителях марок Halcro и Dynamic Precision.

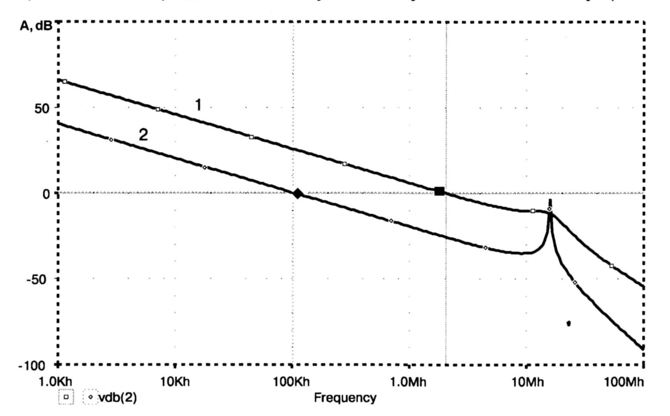



**Рис. 2**

ЛИТЕРАТУРА


1. **Боде Г. В.** Теория цепей и проектирование усилителей с обратной связью. — М.: ГИИЛ, 1948.

2. **Бронштейн И. Н., Семендяев К. А.** Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. — М.: ГИТТЛ, 1953.

3. **Alexander M. A** Current Feedback Audio Power Amplifier. — 88-th Convention of the Audio Eng. Society, reprint #2902, March 1990.

4. **Otala M.** Feedback-generated Phase Nonlineatity in Audio Amplifiers. — London AES convention, March 1980, preprint 1976.

5. **W. Marshall Leach, Jr.** An Amplifier Input stage Design Criterion for the Suppression of Dynamic Dishtortion. — JAES, Vol. 29, No. 4, April 1981.

6. **Self D.** FETs vs BJTs - the linearity competition. — Electronics & Wireless World, May 1995, p. 387.

7. **Витушкин А., Телеснин В.** Устойчивость усилителя и естественность звучания. — Радио, 1980, № 7, с. 36, 37.

8. **<http://www.scanti.ru/docs/dataheets/slos070.pdf>**

9. **Лурье Б. Я.** Максимизация глубины обратной связи в усилителях. — М.: Связь, 1973.

10. **Агеев С.** Сверхлинейный УМЗЧ с глубокой ООС. — Радио, 1999, № 10—12; 2000, № 1, 2, 4—6.




E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

# УЛУЧШЕНИЕ ЗВУЧАНИЯ МИНИАТЮРНОГО ПРИЕМНИКА

***И. ПОТАЧИН, г. Фокино Брянской обл.***

***Малогабаритные УКВ приемники приобрели сейчас особую популярность, так как весьма удобны в нестационарных условиях работы. Однако их звучание, равно как на громкоговоритель, так и на головные телефоны, оставляет желать лучшего. Редакция уже публиковала рекомендации по улучшению работы таких приемников, но поток предложений от пользователей не убывает. Сегодня мы приводим еще несколько вариантов.***

Среди всего многообразия карманных приемников, представленных в продаже, встречаются стереофонические варианты, рассчитанные как на работу только со стереофоническими головными телефонами, так и комбинированные, для работы и с телефонами, и встроенными динамическими головками. Но первые из них обычно имеют меньшие габариты и массу. К подобным аппаратам относится, например, китайский стереофонический радиоприемник "MANBO" модели S-202. Он имеет рабочий диапазон 88...108 МГц, радиотракт и стереодекодер собраны на микросхеме CXA1538M (SONY), а тракт стереофонического УЗЧ на микросхеме TDA7050 (PHILIPS). В комплект приемника входят головные стереофонические телефоны более высокого качества, чем у многих других приемников. Все это обеспечивает аппарату прекрасное качество стереофонического звучания. Но как это часто бывает, и этот приемник не лишен недостатков. О том, как их устранить или хотя бы свести к минимуму, рассказывается ниже.

Так как в этом приемнике, как и в ему подобных, антенной является провод, идущий к головным телефонам, то качество приема иногда не удовлетворяет — имеющийся в составе микросхемы CXA1538M усилитель РЧ не всегда справляется с условиями приема на такую антенну.

Улучшить чувствительность приемника можно, введя в него дополнительный простейший усилитель радиочастоты (УРЧ). Схема его изображена на **рис. 1** (вновь вводимые элементы отмечены знаком апострофа). Усилитель собран на одном транзисторе VT1′. Все детали устанавливают навесным способом на печатной плате приемника, над местом установки микросхемы CXA1538M (она расположена со стороны печатных проводников). Вывод установленного в приемнике конденсатора C10 (емкостью 33 пФ), идущий к дроссельной катушке L5, отпаивают. В разрыв включают УРЧ: конденсатор C1′ — к дросселю L5, а коллектор транзистора VT1′ — к конденсатору C10.

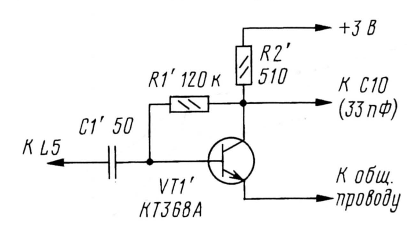



**Рис. 1**

После установки такого УРЧ чувствительность приемника заметно возросла. Конечно, этот усилитель очень простой, он не имеет ни одного колебательного контура и фильтров на входе. Поэтому, если при его подключении будут наблюдаться помехи от близлежащих мощных станций КВ диапазона, то следует на входе дополнительно установить фильтр ВЧ с частотой среза 55...60 МГц.

Следующий недостаток указанного приемника в том, что регулятор громкости используется не более чем на одну треть оборота. При дальнейшем увеличении громкости происходит перегрузка усилителя звуковых частот (УЗЧ) на микросхеме TDA7050 и появляются сильные искажения. Это происходит из-за отсутствия согласования сигнала по уровню между выходами стереодекодера и входами УЗЧ.

Для устранения этого недостатка достаточно разорвать печатные проводники, идущие к регулятору громкости R9 с выходов правого и левого каналов микросхемы CXA1538M (выводы 5 и 6), и в разрыв впаять дополнительные резисторы, схема доработки показана на **рис. 2**. На приведенной схеме — это резистор R1′. Для примера показан только один канал, в другом — изменения такие же.

Теперь регулятором громкости пользоваться стало гораздо удобнее, он используется более полно. При максимальной громкости искажения отсутствуют, так как уровень сигнала теперь ограничивается образовавшимся делителем R1′R9.

Еще в этом приемнике можно ввести цепь тонкомпенсации при уменьшении громкости. На рис. 2 — это конденсатор C1′ (подъем ВЧ) и элементы R2′, C2′, R3′ (подъем НЧ). Причем подъем НЧ и ВЧ составляющих осуществляется не только при малых и средних уровнях,

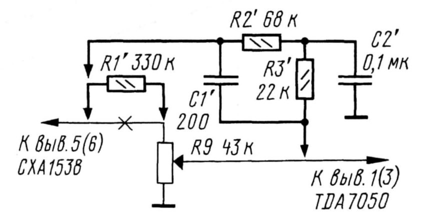



**Рис. 2**

но и при максимальном уровне сигнала,так как цепи тонкомпенсации подключены непосредственно к выходам стереодекодера и среднечастотные составляющие сигнала проходят через вводимые цепи более ослабленными, чем НЧ и ВЧ составляющие.

Все дополнительные радиоэлементы монтируют на плате приемника со стороны печатных проводников, поэтому они должны быть выбраны из числа малогабаритных. После проведения описанных выше переделок пользоваться приемником стало гораздо удобнее — возросла чувствительность, качество звучания стало более приятным из-за подъема НЧ и ВЧ составляющих. ■





E-mail: receiver@radio.ru тел. 208-83-05

**Это любопытно...**

# РАДИОПРИЕМ... БЕЗ РАДИОПРИЕМНИКА

***В. ПОЛЯКОВ, г. Москва***

Первый случай такого рода рассказал мне давным-давно старый радиолюбитель. У него была оригинальная привычка проверять нагрев паяльника, поднося его к щеке. И вот однажды, когда паяльник плохо нагревался, он поднес его к щеке и... услышал радиопередачу! Звучание было тихим и сопровождалось сильным фоном переменного тока, но тем не менее факт не вызывал сомнений — паяльник работал как радиоприемник.

Как же объяснить этот случай? Ответ довольно прост. Паяльник плохо нагревался по той причине, что либо в вилке, включенной в сетевую розетку, либо просто в скрутке провода с нагревательной спиралью был плохой, окисленный контакт. А контакт окисел-проводник обладает свойствами полупроводникового диода, т. е. он лучше проводит ток в одном направлении и хуже в другом. Итак, детектор уже есть. Провода сети, подходящие к дому, послужили антенной и колебательным контуром, а старая провисшая спираль, очень неплотно намотанная в паяльнике, — телефоном. Все элементы простейшего детекторного приемника налицо, так почему бы ему не принимать сигнал местной мощной радиостанции!

Другой случай рассказал начальник радиоцентра Сергей Михайлович Зайцев. Ранним туманным утром грибники из подмосковного города Электросталь, вблизи которого находится мощный радиопередающий центр, направлялись в лес. На окраине города возводили дом, и крюк подъемного крана, не поднятый с вечера по халатности строителей, покачивался очень низко, буквально в нескольких сантиметрах над бетонной плитой, лежащей на земле. В утренней тишине ясно было слышно как крюк... разговаривал! Звук усиливался, когда крюк проходил над железной петлей, приваренной к арматуре плиты, и затихал, когда крюк отклонялся в сторону. Можно было послушать утренние последние известия!

Совершенно ясно, что башня, стрела и трос подъемного крана образовали гигантскую рамочную антенну, и в зазоре между крюком и плитой (в разрыве рамки) возникла большая напряженность поля. Возможно, что „антенна" оказалась настроенной в резонанс с частотой радиостанции, тогда напряженность поля в зазоре должна была возрасти еще более. Звук, вероятно, генерировался тихим разрядом с крюка на плиту, причем интенсивность разряда изменялась в такт с модуляцией сигнала.

Еще более впечатляющий случай рассказывали строители дороги около г. Талдом, где находится мощный длинноволновый передающий центр (сейчас оттуда вещает „Радио России" на частоте 261 кГц). Когда очередной самосвал поднял кузов и шум высыпавшейся щебенки затих, строители ясно услышали, что кузов... поет! Я затрудняюсь с уверенностью дать какое-либо объяснение этому случаю. Возможно, что действовали электростатические силы притяжения между отдельными деталями кузова. А поскольку сила притяжения зависит только от амплитуды, но не от полярности приложенного напряжения, происходил эффект двухполупериодного детектирования высокочастотного сигнала. Таким образом, кузов действовал как большой электростатический громкоговоритель.

В обычных условиях человеческие органы чувств не реагируют на электромагнитные волны. Но несколько лет назад в иностранной печати появились сообщения о человеке, который постоянно слышал передачи местной радиовещательной станции. Медицинские обследования не выявили каких-либо особенностей его организма, тем не менее факт был проверен и подтвержден — человек точно сообщал о содержании передач.

Возможное объяснение этого феномена заключается в следующем: проводимость разных тканей живых организмов неодинакова, наименьшее сопротивление имеют нервные каналы. Следовательно, ток, наводимый электромагнитным полем радиостанции в человеческом организме, должен протекать в основном по нервным каналам. Это высокочастотный ток, модулированный звуковым сигналом. Вполне возможно, что какой-то нейрон или группа нейронов слухового нерва обладали у этого человека односторонней проводимостью, осуществляя, таким образом, детектирование сигнала. Известно также, что „сигналы" вдоль нервных волокон передаются электрическими импульсами. Продетектированный сигнал, воздействуя на слуховой нерв, и вызывал ощущение звука.

***Примечание редакции.*** *В момент подготовки данной заметки для публикации в журнале в форуме сайта* ***www.radio.ru*** *в обсуждении аналогичной темы промелькнуло еще несколько любопытных упоминаний о приеме сигналов радиостанций без использования радиоприемника. И если в заметке фигуранты выглядят несколько мифически, естественно, кроме автора заметки, то в "живом" форуме принимают участие радиолюбители и почитатели журнала, к которым можно непосредственно в данный момент обратиться. В обсуждении тем на форуме, конечно, имеются ссылки на многочисленные печатные работы автора и...неизбежные упоминания в подобной тематике имени Николы Теслы.*

# НОВОСТИ ЭФИРА

*П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва*
*комментатор радиокомпании "Голос России"*

## РОССИЯ И СТРАНЫ СНГ

**МОСКВА**. Крупнейшая российская государственная радиовещательная компания "Голос России", вещающая на 32 языках, и музыкально-коммерческая УКВ радиостанция "Русское радио" объединили усилия по продвижению национального радиопродукта за рубежом. Они намерены, в частности, совместными усилиями участвовать в организации работы в стандарте цифрового вещания на территории стран ближнего и дальнего зарубежья. В рамках проекта "Голос России" и "Русское радио" будут готовить программы для зарубежных слушателей и соотечественников, живущих за пределами России. При этом информационно-публицистическое наполнение эфира будет готовить "Голос России", а музыкально-развлекательной составляющей эфирных проектов станет "Русское радио".

Говоря о возможных перспективах совместного проекта, из США поступило предложение об использовании частот УКВ и СВ диапазонов, а также спутникового вещания в ряде городов, где живут большие русскоязычные диаспоры.

**МОСКВА**. В ближайшее время в России появится новая радиостанция — "Культура". Уже подготовлена концепция по созданию такой станции, основная идея ее создания — необходимость развития российского медийного пространства, поскольку радиостанции, целиком посвященной вопросам культуры и искусства, в России до сих пор нет. В прошлом десятилетии уже предпринимались попытки реализации такого проекта, в частности, в этот период была создана радиостанция "Классика", в эфире которой зазвучала музыка в стиле "классический рок". В настоящее время "культурные блоки" выходят в эфир на "Радио России" и "Эхо Москвы".

Финансирование проекта по созданию новой УКВ радиостанции будет осуществляться за счет средств ГТРК "Культура". Создание радиостанции такого формата — проект долгосрочный, и он не рассчитан на быстрый возврат средств, поэтому говорить о создании радиостанции на средства частного капитала не приходится, нужна поддержка государства.

**КОЛОМНА, Московская обл**. Здесь на частоте 102,3 МГц заработала радиостанция "Благо" Ново-Голутвинского Свято-Троицкого монастыря (свежую и точную информацию об УКВ радиовещании в Москве и Подмосковье теперь можно посмотреть на Интернет-страничке <**http://user.rol.ru/~msobolev**>).

**СКОПИН, Рязанская обл**. В этом городе радиостанция "Юность" работает на частотах 101,8 МГц (на юго-западе региона) и 103,5 МГц (в центральной части). В самом же райцентре никаких станций нет, хотя имеется неизвестно кому принадлежащий маломощный УКВ передатчик, ретранслирующий программы некоторых рязанских и тульских радиостанций на частоте 68,24 МГц (возможно, это вещание ведется без лицензии).

Используя направленную на север внешнюю TV-антенну с усилителем, удалось принять тамбовскую областную радиостанцию на новой частоте 104,2 МГц (вероятно, ведется из г. Первомайского Тамбовской обл.). Иногда слышно радиостанцию "Ступино" на частоте 100,3 МГц. Со стороны подмосковного г. Коломны на частоте 102,3 МГц неплохо принимается радиостанция "Благо" (об этой станции см. выше). Хорошо слышны и некоторые московские станции, а также "Маяк-24" из Воронежа (106,8 МГц).

Из владимирской области удается услышать радиостанцию "Европа Плюс Владимир" (102,9 МГц), "Гусь-Хрустальный" (103,1 МГц), "Мост-Владимир" (107,1 МГц), "Русское радио-Муром" (107,3 МГц) и "Радио-3 Муром" (102,6 МГц).

Из орловской области иногда "пробиваются" "Европа Плюс" (103,0 МГц) и "Серебряный Дождь" (102,3 МГц).

На частотах средневолнового диапазона в Скопине можно принимать радиостанции "Маяк" и станцию Чебоксар (Чувашия) на частоте 531 кГц; "Коми-Гор" (Сыктывкар) — на частоте 621 кГц; "Карелия" (Петрозаводск) — на частоте 765 кГц; пензенское и архангельское областное радио — на частотах 855 и 918 кГц соответственно; станцию Мордовии ( Саранск) — на частоте 1080 кГц; "Радио-7 из Самары" и самарскую областную радиостанцию — на частоте 1107 кГц.

**КОСТРОМА**. В эфире города работают "Наше Радио" на частоте 71,0 МГц; "Авторадио" — 3-й канал проводного вещания; "РДВ FM" — на частоте 105,8 МГц; "ФЭСТ", ретранслирующее программы московской радиостанции "Радио-7 на Семи Холмах", — на частоте 105,3 МГц (с февраля на этой частоте можно слышать и "Европу Плюс").

**ЯРОСЛАВЛЬ**. Эфирная обстановка города: "Радио России" — на частоте 68,66 МГц; "Юность" — на частоте 69,56 МГц; "Маяк" — на частоте 70,34 МГц; "Общественное Российское радио" — на частоте 71,66 МГц; "Элис" — на частоте 73,13 и 100,6 МГц; "Динамит FM" чередуется с программами радиостанций "Свобода" и "Голос Америки" на частоте 73,94 МГц; "ХИТ FM" — на частоте 101,1 МГц; "Русское радио" — на частоте 102,6 МГц; "Мелодия" — на частоте 103,3 МГц; "Шансон" — на частоте 104,5 МГц; "Европа Плюс" — на частоте 106,1 МГц; "Авторадио" — на частоте 106,6 МГц.

**КЕМЕРОВО**. В эфире города можно прослушивать следующие радиостанции: "Радио России" — на частоте 66,66 МГц; "Маяк" — на частоте 67,22 МГц; "Юность" — на частоте 68,8 МГц; "Эхо Москвы" — на частоте 70,73 МГц; "Динамит FM" — на частоте 101,8 МГц; "Кузбасс FM" — на частоте 102,3 МГц; "Европа Плюс" — на частоте 102,8 МГц; "Шансон" — на частоте 103,3 МГц; "Флора" — на частоте 104,3 МГц; "Русское радио" — на частоте 104,8 МГц; "Авторадио" — на частоте 105,3 МГц (частота тестируется); "Танго" — на частоте 107,9 МГц.

**НОВОКУЗНЕЦК, Кемеровская обл.** "Радио России" — на частоте 66,20 МГц; "Маяк" — на частоте 68,87 МГц; "Апекс Радио" — на частоте 100,5 МГц; "Шансон" — на частоте 102,6 МГц; "Европа Плюс" — на частоте 104,4 МГц; "Хит FM" — на частоте 105,0 МГц; "Русское радио" — на частоте 105,5 МГц.

**ГРУЗИЯ**. Программы радиостанции "Грузия" на русском, английском и немецком языках приняты с 06.00 до 07.30 на частоте 11805,2 кГц с сильным сигналом, но, как и прежде, с очень плохой модуляцией.

**МОЛДАВИЯ**. В феврале в Кишиневе на частоте 87,6 МГц вместо радиостанции "Шансон" заработала радиостанция "Взрослое радио" — первая сетевая радиостанция из Украины, начавшая вещание и в Молдавии.

В ходе конкурса, организованного Координационным советом по телевидению и радиовещанию Молдавии, радиостанция "Голос Бесарабии" получило право на вещание на частоте 105,7 МГц в городе Ниспорень.

С февраля 2003 г. по сетям проводного вещания Приднестровья транслируются следующие радиостанции: 1-й канал — "Радио Приднестровья"; 2-й канал — "Эхо Москвы"; 3-й канал — "Интер FM". Радио "Интер FM" начало свою работу в ноябре прошлого года и в Тирасполе на частоте 107,7 МГц, мощность передатчика — 1 кВт.

О новостях телерадиовещания Молдавии всегда можно узнать либо из электронной рассылки "DX-Libero", либо посетив интернет-сайт: <**http://radio.from.md**>).

**УКРАИНА**. В Ровенской области на частоте 106,4 МГц работает радиостанция "Трек", а на частоте 103,0 МГц — "Довира Нико FM".

## ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

**АРГЕНТИНА**. Сигналы радиостанции "Show" из Буэнос-Айреса принимаются с 21.40 до 21.55 на частоте 15820 кГц (LSB) на испанском языке, параллельно станция вещает на УКВ на частоте 100,7 МГц.

**НИГЕРИЯ**. Прием сигналов радиостанции "Голос Нигерии" отмечен в 06.00 на английском языке на новой частоте — 11770 кГц (раньше была 15120 кГц). Параллельная частота — 7255 кГц. С 04.58 до 05.06 эта же станция принималась на частоте 9690 кГц.

**США, АЛЯСКА, Анкор-Пойнт**. Радиостанция "KNLS" ("Новая Жизнь") вещает в текущем (летнем) сезоне на русском языке в 09.00 на частоте 11765 кГц; в 11.00 — на частоте 9615 кГц и в 17.00 — на частоте 12105 кГц.

**Хорошего приема и 73!** ■

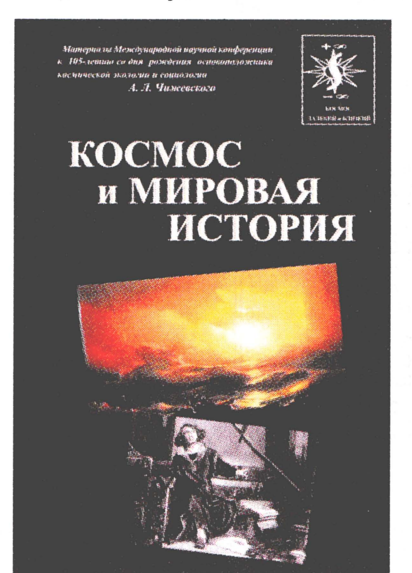


E-mail: dx-bc@radio.ru
тел. 208-83-05

## НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

## КОСМОС И МИРОВАЯ ИСТОРИЯ

Под таким названием вышел в свет сборник материалов Международной научной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения классика естествознания А. Л. Чижевского (1897—1964) — основоположника космической экологии. Однако впервые на представительном форуме ученых в полный голос зазвучало признание его и в качестве "отца" космической социологии. Примечательно, что инициатором конференции выступил московский Гуманитарный институт — ректор его профессор Надежда Викторовна Асташкина подчеркнула, что *"две магистрали познания, две непересекающиеся (согласно традиционным представлениям) сферы педагогической практики, два, так сказать, "противоположных" берега сошлись вместе, органично объединенные не просто общим интересом, но общей темой:* ***единством судеб Земли и Космоса"***.




Среди авторов сборника — около семидесяти известных имен, за которыми выступают тематическая широта и разнообразие фундаментальных исследований под общим интегралом: "Чижевский", — наглядно свидетельствующим о справедливости вышеприведенного тезиса.

Книга включает стихотворения и рисунки А. Л. Чижевского. Составитель сборника вице-президент Российской космонавтики им. К. Э. Циолковского Л. В. Голованов вот уже около сорока лет борется за утверждение и развитие творческого наследия нашего великого соотечественника, напрекор его противникам и "друзьям" (в кавычках). О последних на конференции зашла речь на "круглом столе", посвященном одной из актуальнейших тем современности — аэроионизации. В сборнике публикуются материалы этого "стола".

Массовый читатель, интересующийся космическим естествознанием и обществоведением, сегодняшними достижениями на этом "фронте", а также проблемами аэроионизации, с большим удовлетворением прочтет эту достойную книгу. ■

# ДВУХКАНАЛЬНАЯ ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПРИСТАВКА К ПК

*А. ХАБАРОВ, г. Ковров Владимирской обл.*

***Известно, что хорошо наладить некоторые устройства без осциллографа весьма проблематично. Однако осциллографы довольно дороги, поэтому, если у вас есть IBM-совместимый компьютер, значительно дешевле собрать относительно несложную приставку к нему, например, такую, как описываемая в публикуемой ниже статье.***

Предлагаемая двухканальная осциллографическая приставка к ПК предназначена для наблюдения и исследования формы электрических сигналов, измерения временных и амплитудных характеристик электрических процессов. Полоса пропускания каждого из каналов — 0...50 МГц, коэффициент отклонения луча — 0,1...20 В/дел., входное сопротивление — 1 МОм, входная емкость — 20 пФ, длительность развертки — от 0,1 мкс до 100 мс/дел. Минимальные требования к ПК: 386, VGA, принтерный порт, MS DOS 3.3.

На высокочастотных диапазонах устройство работает по стробоскопическому принципу, на низкочастотных — в реальном времени. Программное обеспечение допускает работу в режиме спектроанализатора. Число отсчетов сигнала, изображаемого на экране, в обычном режиме — 256, в режиме спектроанализатора — 128. Программа использует порт LPT1 (см. **таблицу**): базовый порт 378H, порт сигналов состояния принтера (входной) 379H, порт управляющих сигналов (выходной) 37AH. В программе принято, что состояние бит портов стандартно и соответствует состояниям сигналов на контактах принтерного разъема [1].

| Бит | Контакт |
|---|---|
| **Порт 378H (базовый)** | |
| 0 | 2 |
| 1 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 5 |
| 4 | 6 |
| 5 | 7 |
| 6 | 8 |
| 7 | 9 |
| **Порт 379H (ввод)** | |
| 0 | 11 (инв.) |
| 1 | 10 |
| 2 | 12 |
| 3 | 13 |
| 4 | 15 |
| Биты 5—7 на разъем не выведены | — |
| **Порт 37AH (вывод)** | |
| Биты 0—3 на разъем не выведены | — |
| 4 | 17 (инв.) |
| 5 | 16 |
| 6 | 14 (инв.) |
| 7 | 1 (инв.) |

Принципиальная схема приставки изображена на **рис. 1**. Исследуемые сигналы через входные гнезда XW1 и XW2 поступают на резистивно-емкостные делители, состоящие из переключателей 1SA2, 2SA2, резисторов 1R1—1R8, 2R1—2R8 и конденсаторов 1C2—1C9, 2C2—2C9, которые определяют максимальный размах по вертикали (префиксы 1 и 2 здесь и далее обозначают принадлежность элементов соответственно к каналам 1 и 2). К выходам делителей через повторители на транзисторах 1VT1, 1VT2 и 2VT1, 2VT2 подключены МОП-ключи микросхемы 1DA1 (два из ее направлений использованы в канале 1, остальные — в канале 2). Ключи открываются импульсами длительностью около 10 нс, поступающими от формирователя на триггере DD1.2, и через них заряжаются конденсаторы 1C10 и 2C10, к которым подключены неинвертирующие входы ОУ 1DA2 и 2DA2. Напряжения на конденсаторах, соответствующие напряжениям сигналов в момент открывания ключей, усиливаются ОУ в 10 раз. Длительность открывающего импульса соответствует минимальной длительности фронта входного сигнала, который отобразится без искажений, т. е. определяет полосу пропускаемых частот.

К выходам ОУ подключен сдвоенный АЦП последовательного приближения. Он содержит компараторы 1DA3, 2DA3 и ЦАП, собранный на элементах микросхем DD2, DD3 и матрице R–2R, состоящей из резисторов R12—R19, R21—R28. Выходы компараторов соединены с контактами 13 и 15 принтерного разъема XP1. Значения сигналов на этих контактах соответствуют битам 3 и 4 порта 379H. Входы ЦАП подключены к контактам 2—9 XP1, поэтому значение выходного сигнала ЦАП может устанавливаться путем записи в порт 378H числа от 0 до 255 (в пределах 0,5...4,5 В).

Реализованное в программе измерение напряжений на выходах ОУ 1DA2 и 2DA2 путем последовательного приближения осуществляется следующим образом. Сначала в порт 378H выставляется число $2^7$ (на выходе ЦАП — 2,5 В) и проверяется состояние выходов компараторов (бит 3 и 4 порта 379H). Если компаратор сработал, к указанному числу прибавляется $2^6$, если нет — из первого вычитается второе. Затем еще раз проверяется состояние компараторов, прибавляется или вычитается $2^5$. Процедура повторяется до прибавления или вычитания $2^0$. Полученные в результате числа соответствуют значениям напряжения на выходах 1DA2 и 2DA2. Делитель R20R29 устанавливает пределы изменения напряжения на выходе ЦАП от 0,5 до 4,5 В. Чтобы формирователь импульсов не срабатывал при определении напряжений на выходах ОУ, на вход D триггера DD1.2 в это время



E-mail: comp@radio.ru
тел. 207-89-00

E-mail: comp@radio.ru тел. 207-89-00

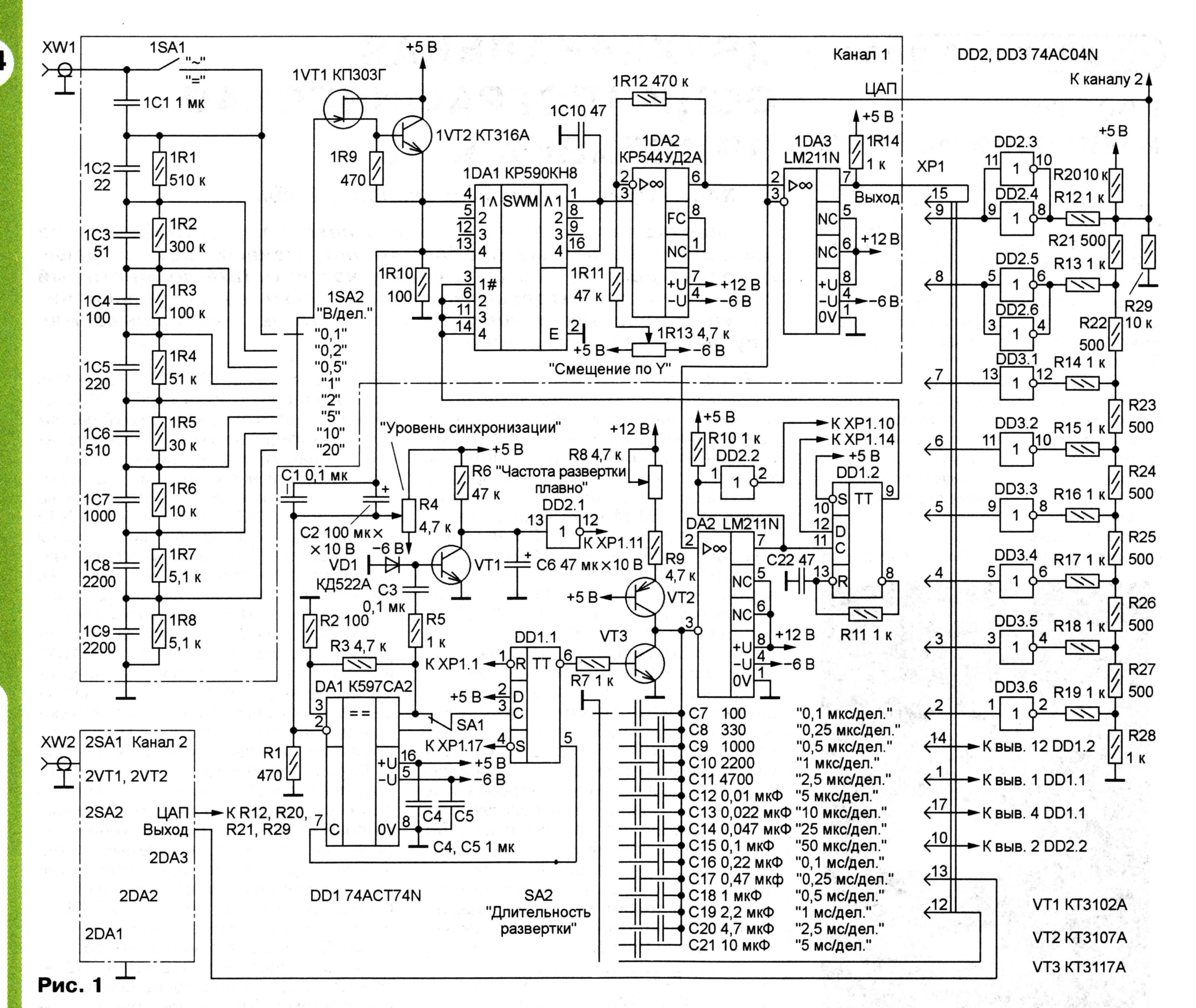


Рис. 1

подается лог. 0. Время преобразования АЦП при времени записи в порт, равном 2 мкс, составляет 2×40 мкс.

Синхронизация осуществляется в канале 1 с помощью компаратора DA1, инвертирующий вход которого через конденсаторы C1 и C2 подключен к выходу повторителя на транзисторах 1VT1 и 1VT2. Для повышения помехоустойчивости введены резисторы R2 и R3, задающие компаратору гистерезис 20 мВ. Уровень синхронизации регулируют переменным резистором R4.

Задержка времени от момента срабатывания компаратора DA1 до момента открывания ключей микросхемы 1DA1 устанавливается программно-аппаратно на высокочастотных диапазонах и программно — на низкочастотных. В первом случае программа, когда она готова к приему очередного значения входных сигналов, устанавливает, а затем убирает сигнал "Reset" с триггера DD1.1 (бит 7 порта 37A = "1/0", контакт 1 принтерного разъема = "0/1"). "Взведенный" таким образом триггер срабатывает при переключении компаратора DA1, и транзистор VT3 закрывается. В результате от источника тока, выполненного на элементах VT2, R8, R9, начинает заряжаться один из времязадающих конденсаторов C7—C21. Когда напряжение на нем достигает значения напряжения на выходе ЦАП, срабатывает компаратор DA2 и запускает формирователь импульса (DD1.2, R11, C22), управляющий ключами микросхемы 1DA1. Срабатывание компаратора DA2 программа определяет по значению 0 на контакте 11 принтерного разъема (бит 0 порта 379H). После этого запускается подпрограмма определения напряжения на выходах 1DA2 и 2DA2. Величины напряжений записываются в память, в ЦАП устанавливается следующее значение, триггер DD1.1 снова "взводится", и цикл повторяется до момента, когда будет нажата какая-либо клавиша.

На элементах VT1, R5, R6, VD1, C3, C6 реализован узел определения наличия синхронизации. Когда компаратор DA1 периодически срабатывает, на контакте 10 разъема XP1 (бит 1 порта 379H) присутствует лог. 1, и после "взведения" триггера DD1.1 программа дожидается срабатывания компаратора DA2. В противном случае этот триггер запускается из программы путем последовательной установки сигналов "Reset" и "Set"(биты 4, 7 порта 37A = "10/01", контакты 1, 17 принтерного разъема = "01/10").

На выходе ЦАП программно устанавливаются значения от 0 до 255, соответственно задержка от момента синхронизации до момента открывания ключей изменяется от минимального значения до максимального, и формируется изображение сигнала. Период развертки T (в секундах на деление) определяется по формуле T = CU/2I, где C — емкость подключенного конденсатора в фарадах; U = 4,5 В — максимальное напряжение ЦАП; I = 0,001 А — ток коллектора транзистора VT2.

При большой емкости времязадающего конденсатора изображение сигнала формируется слишком медленно. Поэтому в программе реализована процедура определения его емкости, проверяющая, сколько раз программа может считать значения сигналов за время его зарядки. Если это время велико (задана большая длительность развертки), после переключения компаратора DA1 ключи коммутатора 1DA2 могут открываться несколько раз. При этом на выходе ЦАП устанавливаются промежуточные

значения, а триггер DD1.1 запускается из программы путем последовательной установки сигналов "Reset" и "Set".

Если выбрана длительность развертки больше 5 мс/дел. (переключатель SA2 в нижнем — по схеме — положении), задержка после переключения компаратора DA1 формируется программно. Программа "узнает" об этом по нулевому значению бита 2 порта 379Н. Триггер DD1.1 запускается из программы путем последовательной установки сигналов "Reset" и "Set" через заданные промежутки времени. Время развертки задают с клавиатуры клавишами "0"— "9".

Смещение луча по вертикали изменяют переменными резисторами 1R13 и 2R13, длительность развертки (плавно) — резистором R28.

Программа написана на языке Turbo Pascal и размещена на ftp-сервере редакции в Интернете по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2003/04/oscillograf**>. В ней реализовано быстрое преобразование Фурье (спектроанализатор). Преобразовывается сигнал, изображенный на экране. Для того чтобы спектр был показан правильно, необходимо, чтобы на экране укладывалось целое число периодов сигнала. Этого можно добиться, подбирая длительность развертки переменным резистором R8. Подпрограмма быстрого преобразования на языке Фортран приведена в [2]. Там же можно найти пояснение способа определения спектра сигнала через преобразование Фурье.

Для питания приставки необходим источник стабилизированных напряжений +12, +5, и −6 В. Потребляемый ток по цепям +12 и −6 В не превышает 50, по цепи +5 В — 150 мА. Уровень пульсаций не должен превышать 1 мВ. Можно использовать блок питания (адаптер) китайского производства на 3...12 В, 1А, доработав его, как показано на **рис. 2**.

Приставка смонтирована на обычной макетной плате. При повторении следует учесть, что устройство чувствительно к внешним и внутренним наводкам. Например, проникание входного сигнала во времязадающую цепь может вызвать искажение формы наблюдаемого сигнала. Поэтому монтаж необходимо выполнить таким образом, чтобы связь этих цепей приставки между собой и проникание в них внешних сигналов были минимальными. Конденсаторы C4, C5 следует припаять непосредственно к выводам компаратора DA1, элементы 1DA1, 1C10, 2C10, 1DA2, 2DA2 расположить рядом. Резисторы 1R1—1R8, 2R1—2R8, конденсаторы 1C1—1C9, 2C1—2C9, C7—C21 целесообразно смонтировать на соответствующих переключателях.

В приставке можно применить следующие детали. Резисторы R12—R19, R21—R28 — с допускаемым отклонением от номинала не более ±0,25 %, например, С2-29. Номинал резисторов R12—R19, R28 — 1...10 кОм, R21—R27 — 0,5...5 кОм, причем сопротивление вторых должно быть точно в два раза меньше, чем первых (этого можно добиться параллельным соединением резисторов с номиналом первых). Остальные резисторы — любого типа с допускаемым отклонением ±5 %. В качестве времязадающих (C7—C21, 1C1—1C8, 2C1—2C8) желательно использовать конденсаторы с возможно меньшим отклонением от номинальных значений и малым ТКЕ.

Транзисторы 1VT1, 2VT1 — высокочастотные полевые с напряжением отсечки не менее 5 В (КП303Г—КП303Е, КП307Ж и т. п.), 1VT2, 2VT2 — высокочастотные структуры n-p-n со статическим коэффициентом передачи тока $h_{21э}$ не менее 50 (КТ316Д, КТ325Б, КТ325В), VT1, VT2 — любые соответствующей структуры с $h_{21э}$ не менее 400, VT3 — с импульсным током коллектора не менее 300 мА и рабочей частотой не менее 200 МГц (КТ3117А, 2N2222).

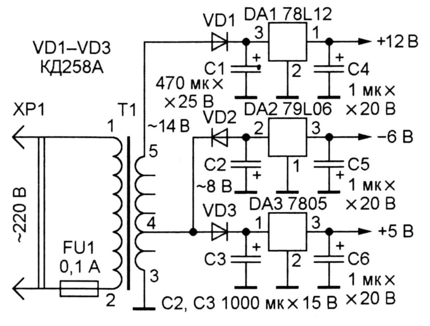



**Рис. 2**

Входные токи ОУ 1DA2 и 2DA2 должны быть не более 0,1 нА, скорость нарастания выходного напряжения — не менее 20 В/мкс (КР544УД2А, LF356). Компараторы 1DA3, 2DA3, DA2 — с коэффициентом усиления напряжения не менее $10^5$, входными токами не более 0,5 мкА и временем переключения не более 0,5 мкс (КР554СА3, LM211N, К521СА3), DA1 — с временем переключения не более 15 нс (КР597СА2, AM686).

В качестве микросхемы DD1 можно применить КР1594ТМ2 (74ACT74N), КР1533ТМ2 (74ALS74AN), DD2, DD3 — КР1594ЛН1 (74ACT04N), КР1554ЛН1 (74AC04N), КР1564ЛН1 (74HC04N). При использовании КР1594ТМ2 полоса частот — 0...50 МГц (в этом случае конденсатор C22 не устанавливают, а R11 заменяют резистором сопротивлением 4,7 кОм), КР1533ТМ2 — 0...15 МГц. Применение микросхемы КР1564ЛН1 требует изменения номиналов резисторов R12 — R19, R28 и R21 — R27: сопротивление первых должно быть не менее 5 кОм, вторых — не менее 2,5 кОм (при сохранении отношений 2R/R).

Сопротивление открытого канала МОП ключей 1DA1 должно быть не более 100 Ом, время включения/выключения — не более 10 нс (КР590КН8, SD5002).

Налаживание приставки начинают с проверки режимов входных повторителей. Если напряжения на эмиттерах 1VT1, 2VT1 выходят за пределы 1,5...2,5 В, подбирают резисторы 1R9 или 2R9. Затем, используя источник сигнала с калиброванной частотой, подбором конденсаторов C7—C21 и резистора R9 устанавливают требуемые значения частоты развертки на высокочастотных диапазонах (на низкочастотных она устанавливается программно).

При работе с приставкой следует учитывать особенности стробоскопического эффекта, выражающиеся, например, в значительном искажении формы сигнала с амплитудной модуляцией, если частота модулирующего колебания близка к частоте выборки. Кроме того, компаратор DA2 вносит задержку около 300 нс, это может создать трудности при наблюдении фронтов сигналов с большой скважностью. Наибольшую пользу приставка может принести при использовании в режиме реального времени — как запоминающий осциллограф, а также при длительности развертки менее 1 мкс/дел. — как альтернатива дорогим высокочастотным приборам.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гук М.** Интерфейсы ПК: справочник. — СПб.: Питер Ком, 1999.

2. **Гоноровский И. С.** Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов. — М.: Радио и связь, 1986.



E-mail: comp@radio.ru
тел. 207-89-00

# ЛАБОРАТОРНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ

*Г. БАЛАШОВ, г. Шадринск Курганской обл.*

***Особенность двуполярного источника питания, предлагаемого вниманию читателей, — наличие в каждом плече импульсной и линейной ступеней регулирования, что позволило снизить падение напряжения и мощность на регулирующем транзисторе и, соответственно, уменьшить размеры теплоотвода. Устройство, которое автор успешно эксплуатирует более пяти лет, получилось, возможно, не вполне оптимальным, но мы надеемся, что радиолюбители смогут доработать его, используя имеющуюся элементную базу, под свои задачи.***

Основная проблема, которая возникает при изготовлении блока питания, работающего в широком интервале выходного напряжения и с большим током нагрузки, — обеспечить минимальную рассеиваемую мощность на регулирующем элементе и, соответственно, получить максимальный КПД устройства в целом.

Один из путей решения этой задачи состоит в использовании трансформатора с многосекционной обмоткой [1]. Основные недостатки — необходимость манипулировать переключателем, что очень неудобно, и сложность изготовления трансформатора.

Наиболее удачное решение — импульсный регулируемый источник с последующей фильтрацией пульсаций компенсационным стабилизатором. Усложнение устройства компенсируется малыми размерами теплоотводов, поскольку падение напряжения, а следовательно, и мощность, выделяемую на регулирующем транзисторе линейного стабилизатора, можно сделать минимальными и независимыми от напряжения на нагрузке.

За основу был взят лабораторный блок питания, описанный в [2]. Главный его недостаток — весьма громоздкий дроссель, который резко увеличивает массу и габариты устройства. В предлагаемом варианте источника первичное регулирование напряжения осуществляется на высокой частоте (15...50 кГц), поэтому дроссель выполнен на ферритовом магнитопроводе, что значительно уменьшило габариты и массу прибора.

**Основные технические характеристики**

Выходное двуполярное напряжение, В ....................3...30
Максимальный ток нагрузки, А .......3
Эффективное значение напряжения пульсаций при максимальном токе нагрузки, мВ .......................30
Пределы регулирования тока срабатывания системы защиты, А .................0,25...3
Коэффициент стабилизации при изменении напряжения сети от 190 до 240 В ........500

Схема источника питания показана на **рис. 1**. Штрихпунктирной линией выделены одинаковые узлы в обоих плечах. Рассмотрим работу устройства на примере источника плюсового напряжения.

Переменное напряжение вторичной обмотки сетевого трансформатора T1 выпрямляет диодный мост VD1—VD4 и фильтрует конденсатор C6. Затем постоянное напряжение поступает на коммутирующий транзистор VT4 импульсного стабилизатора и на триггер Шмитта, собранный на транзисторах VT5, VT6, напряжение питания которого стабилизировано параметрическим стабилизатором R13VD18.

В начальный момент после включения блока питания датчик напряжения — транзистор VT7 закрыт, транзистор VT5 триггера Шмитта открыт, а транзисторы VT1 и VT2 закрыты. Транзистор VT3 открыт током, протекающим через его эмиттерный переход и резисторы R6, R7. Следовательно, коммутирующий транзистор VT4 тоже открыт. Конденсатор C8 начинает заряжаться. Напряжение на нем возрастает до тех пор, пока не станет близким к установленному выходному. Дальнейшее увеличение напряжения на конденсаторе C8 приведет к открыванию датчика напряжения VT7 и срабатыванию триггера Шмитта. В результате транзисторы VT1 и VT2 откроются, а транзисторы VT3 и VT4 закроются.

Затем в работу включается дроссель L1. Напряжение самоиндукции открывает диод VD17, и энергия, накопленная в дросселе, передается в нагрузку.

После исчерпания запаса энергии в дросселе диод VD17 закрывается, а ток в нагрузку поступает из конденсатора C8. Напряжение на нем начинает уменьшаться, и в какой-то момент закроется датчик напряжения VT7. Триггер Шмитта переключится (транзистор VT6 будет закрыт, а транзистор VT5 открыт), транзисторы VT1 и VT2 закроются, а транзисторы VT3 и VT4 откроются. Конденсатор C8 вновь начнет заряжаться.

Диод VD16 защищает коммутирующий транзистор VT4 в аварийных ситуациях, например, при выходе из строя диода VD17 или потере емкости конденсатором C6.

Компенсационный стабилизатор на транзисторах VT8, VT9, VT11 собран по простой схеме и особенностей не имеет.

Для плавного увеличения выходного напряжения после включения блока питания и предотвращения срабатывания защиты при значительной емкостной нагрузке применены элементы R19, VD20, C10. В момент включения конденсатор C10 заряжается по двум цепям: через резистор R19 и резистор R21, диод VD20. Напряжение на конденсаторе (и базе транзистора VT9) медленно в течение около 0,5 с возрастает. Соответственно также увеличивается и напряжение на выходе, пока стабилизатор не войдет в установившийся режим. Далее диод VD20 закрывается, а конденсатор C10 дозаряжается через резистор R19 и в дальнейшем на работу стабилизатора не влияет.

Диод VD19 нужен для быстрой разрядки конденсатора C10 после выключения блока питания и при уменьшении выходного напряжения. В этом случае напряжение на конденсаторе C8 уменьшается быстрее, чем на C10, диод VD19 открывается и напряжение на обоих конденсаторах снижается одновременно.

Кроме того, для быстрого уменьшения выходного напряжения при выключении блока питания применено реле K1. После включения блока в сеть на реле K1 через резистор R1 подается напряжение с выпрямителя на диодах VD7, VD8. Выпрямленное напряжение фильтрует конденсатор C3 небольшой емкости. Реле срабатывает, его контакты K1.1 размыкаются и не влияют на работу стабилизатора.

При выключении блока напряжение на конденсаторе C3 исчезает быстрее, чем на C6, поэтому реле K1 практически сразу отпускает, его контакты K1.1 замыкаются и конденсатор C10 быстро разряжается через резистор R20. В этот момент открывается диод VD20 и напряжение на базе транзистора VT9 уменьшается почти до нуля. Напряжение на выходе стабилизатора пропадает.

Цепь R26VD23 служит для ускоренной разрядки конденсатора C13 и конденсаторов в нагрузке при установлении

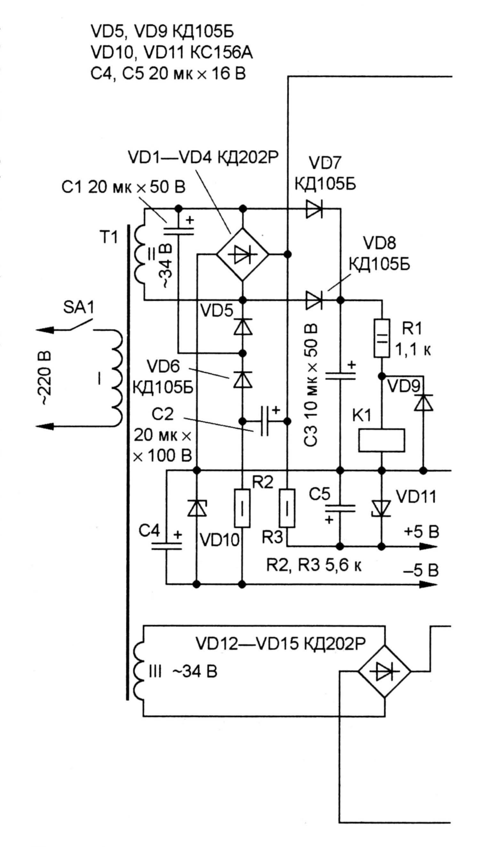



**Рис. 1**


E-mail: power@radio.ru тел. 207-89-00

меньших значений напряжения. В этом случае напряжение на коллекторе транзистора VT11 становится меньше, чем напряжение на выходе блока, диод VD23 открывается и конденсатор C13 разряжается по цепи: резистор R26, диод VD23, участок коллектор—эмиттер транзистора VT11 и диоды VD21, VD22. В установившемся режиме цепь R26VD23 на работу блока не влияет.

Конденсатор C12 предотвращает самовозбуждение стабилизатора. Конденсаторы C14 и C23 подключены непосредственно к выходным клеммам блока питания для уменьшения высокочастотных пульсаций.

Цепь R6C7 нужна для уменьшения времени закрывания транзисторов VT3, VT4. Если транзистор VT3 открыт, на резисторе R6 создается падение напряжения, плюсом приложенное к базе транзистора. В такой же полярности заряжается конденсатор C7. Когда транзистор VT2 откроется, через его участок коллектор—эмиттер нижняя по схеме обкладка конденсатора соединится с эмиттером транзистора VT3. Таким образом, к эмиттерному переходу транзистора VT3 будет приложено закрывающее напряжение, что способствует его форсированному закрыванию, а значит, и закрыванию коммутирующего транзистора VT4.

Когда срабатывает защита (при перегрузке или замыкании в нагрузке), на базу транзистора VT10 через делитель R22R23 поступает открывающее его напряжение. В результате база транзистора VT9 оказывается соединенной с общим проводом через участок коллектор—эмиттер открытого транзистора VT10. Напряжение на выходе блока пропадает.

Отметим особенности построения минусового канала блока питания. Импульсный стабилизатор и триггер Шмитта остались без изменений. Компенсационный стабилизатор выполнен на транзисторах другой проводимости, и регулирующий элемент VT21 включен в цепь минусовой линии питания. Это упростило связь компенсационного стабилизатора с узлом защиты. Триггер Шмитта (на транзисторах VT17, VT18) подключен непосредственно к транзистору VT20. Функцию датчика напряжения выполняет транзистор VT18 триггера Шмитта. Чтобы при выключении блока питания выходные напряжения пропадали синхронно в обоих плечах, использовано общее реле K1 (контакты K1.2).

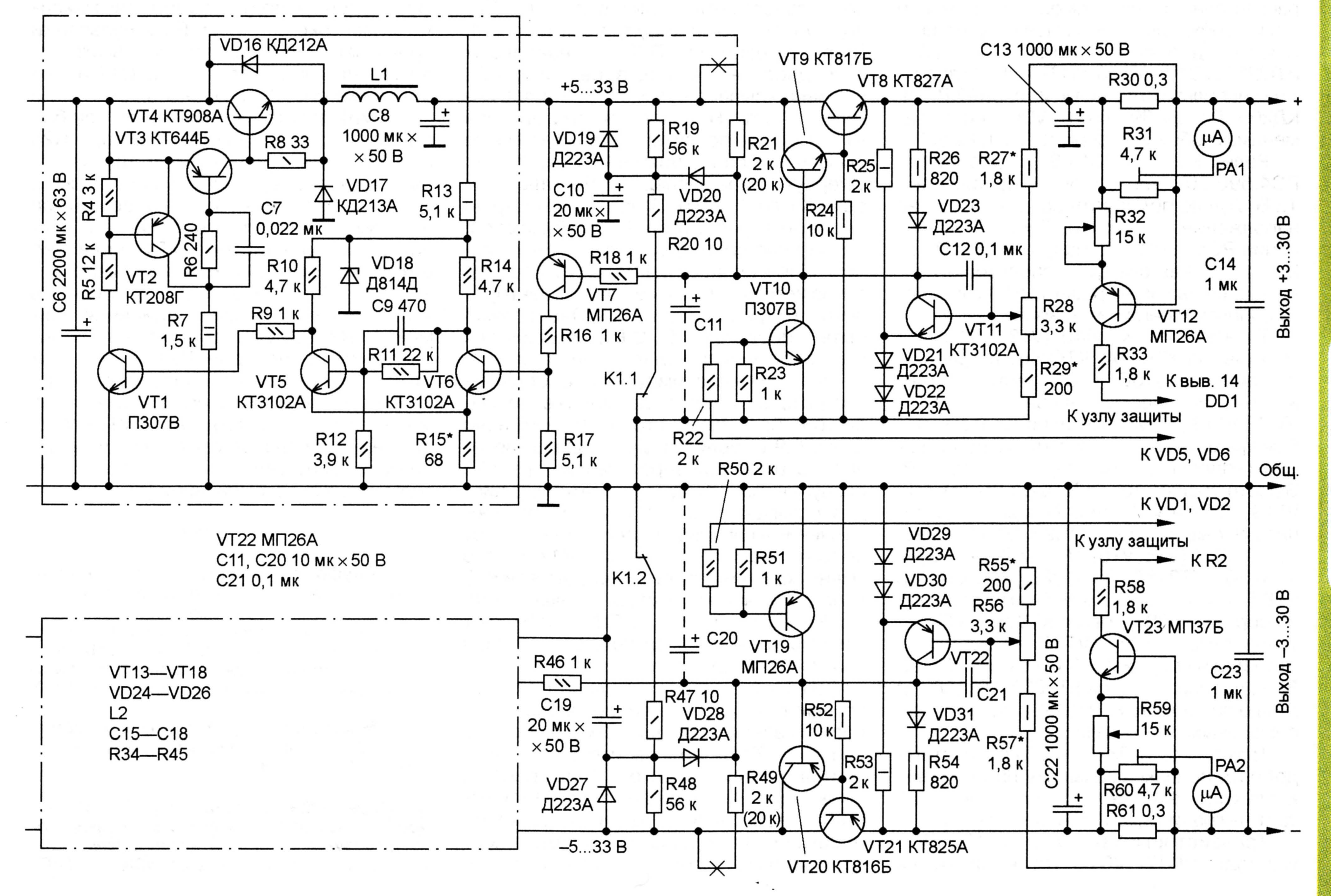
Узел защиты питают от двуполярного источника напряжения. Это позволяет весьма просто управлять обоими плечами блока питания [3]. Минусовое напряжение формирует умножитель на диодах VD5, VD6 и конденсаторах C1, C2 и на уровне −5 В стабилизирует параметрический стабилизатор R2VD10.

Схема узла защиты показана на **рис. 2**. Когда ток нагрузки достигнет установленного значения, падение напряжения на резисторе R30 (см. рис. 1) станет достаточным для открывания транзистора VT12. На вход S (вывод 14) триггера DD1 поступает высокий уровень, и он переключится в единичное состояние. На выходе инвертора DD2.1 появится низкий уровень, который через диод VD1 и резистор R50 воздействует на транзистор VT19 (см. рис. 1), что приведет к открыванию последнего и закрыванию составного транзистора VT20VT21. Напряжение на выходе минусового источника пропадет.

На выходе же инвертора DD2.3 появится единичный сигнал, воздействующий через диод VD5 и резистор R22 (см. рис. 1) на транзистор VT10, что в целом приводит к закрыванию и плюсового плеча. Светодиод HL1 "+" сигнализирует о наличии перегрузки именно в плюсовом плече блока питания. Аналогично узел защиты работает и в случае перегрузки минусового источника.

Таким образом, где бы ни возникла перегрузка, отключаются оба плеча стабилизаторов, и такое состояние будет сохраняться сколь угодно долго, пока не будет нажата кнопка SB1 "Возврат". В этом случае высокий уровень воздействует на входы R (выводы 3 и 15) и переключит триггеры в нулевое состояние. Работоспособность стабилизаторов восстановится. Конденсатор C3, шунтирующий контакты кнопки SB1, нужен для установки триггеров в нулевое состояние в момент включения блока в сеть. Резисторы R1, R2 служат для установки уровня чувствительности защиты. Конденсаторы C1, C2, шунтирующие входы S триггеров, предотвращают ложные срабатывания узла защиты от импульсных помех, наведенных в соединительных проводниках. Диоды VD1—VD6 нужны для развязки выходов микросхем.

Сетевой трансформатор в блоке питания можно использовать любой, обеспечивающий необходимую мощность. В авторском варианте применен готовый трансформатор ТС-180-2. Первичная




E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

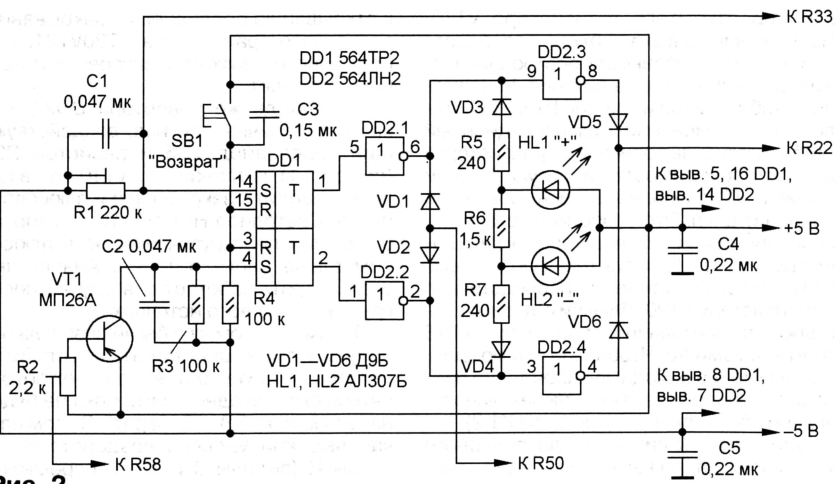


**Рис. 2**

обмотка оставлена без изменений. Она содержит 680 витков провода ПЭВ-1 0,69. Все вторичные обмотки удалены, а на их место намотаны новые обмотки II и III, содержащие по 105 витков провода ПЭВ-1 1,25. Трансформатор можно изготовить самостоятельно на основе магнитопровода ПЛ21×45.

Дроссели L1 и L2 намотаны на броневых магнитопроводах Б-30 из феррита М2000НМ. Обмотки содержат по 18 витков жгута, составленного из девяти проводов ПЭВ-2 0,4. Зазор между половинами магнитопровода — 0,2...0,5 мм.

Диоды КД202Р (VD1—VD4, VD12—VD15), которые размещены на небольших теплоотводах, можно заменить другими, рассчитанными на прямой ток не менее 3 А и необходимое обратное напряжение. Вместо диодов КД105Б (VD5—VD9) и Д223А (VD19—VD23, VD27—VD31) допустимо использовать любые из серий КД208, КД209. Диоды Д9Б (VD1—VD6, рис. 2) заменимы любыми из серий КД521, КД522.

Реле К1 — РЭС48А исполнения РС4.590.202 на рабочее напряжение 12 В. Лучше подобрать реле на большее напряжение, например, РЭС48А исполнения РС4.590.207 с напряжением 27 В. В этом случае следует использовать токоограничивающий резистор R1 меньшего сопротивления и мощности.

Транзисторы КТ644Б (VT3, VT15) заменимы на КТ644А, КТ626В, в крайнем случае на КТ816В, КТ816Г или КТ814В, КТ814Г. На месте транзисторов VT1, VT10, VT13 допустимо использовать любые кремниевые с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 60 В. Вместо транзисторов МП26А (VT7, VT12, VT19, VT22 и VT1, рис. 2) можно применить любые из серий МП25, МП26; вместо КТ3102А (VT5, VT6, VT11, VT17, VT18) — КТ315В—КТ315Е, КТ3102Б. Транзистор КТ827А (VT8) заменим любым из этой или из серии КТ829, а также КТ908А, КТ819Г, транзистор КТ825А (VT21) — любым из этой или из серии КТ853, а также КТ818Г. Вместо транзисторов КТ908А (VT4, VT16) лучше применить КТ945А с большим максимальным током коллектора.

Транзистор МП37Б (VT23) следует подобрать по максимальному напряжению коллектор—эмиттер, поскольку он работает на границе допустимого значения.

Транзисторы VT4, VT8, VT16, VT21 и диоды VD17, VD25 установлены на небольшие теплоотводы размерами соответственно 50×50×5 и 40×30×3 мм.

Микросхемы серии 564 заменимы соответствующими аналогами серии К561.

Оксидные конденсаторы С6 и С15 составлены из двух К50-24 по 1000 мкФ и двух К52-1Б по 100 мкФ, все на напряжение 63 В, включенных параллельно. Конденсаторы С1, С2, С10, С11, С19, С20 — К50-6, С3, С4, С5, С13, С22 — К50-16, С12, С14, С21, С23 — К73-17.

Микроамперметры РА1, РА2 — М4205 на ток 100 мкА. Все детали устройства заранее проверяют. В авторском варианте источник питания собран на нескольких платах навесным монтажом.

При налаживании блока лучше всего воспользоваться осциллографом. Его подключают к эмиттеру транзистора VT4. Движок резистора R28 устанавливают в среднее положение, а резистор R22 временно выпаивают. Включают блок питания в сеть. На эмиттере транзистора VT4 должны появиться прямоугольные импульсы. Если напряжение отсутствует, в первую очередь следует убедиться, что реле К1 сработало. В противном случае подбором резистора R1 добиваются, чтобы реле срабатывало при минимальном напряжении сети (190 В). После этого измеряют напряжение коллектор—эмиттер транзистора VT8. Оно должно быть в пределах 1,5...2 В и сохраняться при изменении выходного напряжения.

Переключение импульсного стабилизатора происходит, когда напряжение коллектор—база транзистора VT9 примерно равно 0,9 В. Если его необходимо увеличить, в цепь эмиттера транзистора VT7 следует включить один или несколько диодов в прямом направлении. Частота переключения в небольшой степени зависит от сопротивления резисторов R17 (с его уменьшением частота уменьшается) и R15 (с его увеличением частота уменьшается).

Резисторами R27 и R29 подбирают минимальное и максимальное значения выходного напряжения (3 и 30 В).

Теперь к выходу стабилизатора подключают нагрузку (или ее эквивалент) сопротивлением около 3 Ом, мощностью не менее 27 Вт, предварительно установив напряжение на выходе примерно 5 В. Плавно увеличивая выходное напряжение, следят, чтобы ток в нагрузке не превышал 3 А. Кроме того, следует контролировать форму импульсов. Если длительность пауз между импульсами станет меньше 1/5 периода, возможен срыв колебаний. В этом случае необходимо увеличить индуктивность дросселя, применив магнитопровод больших размеров или увеличив число витков.

Затем калибруют микроамперметр, измеряющий ток нагрузки. Для измерения напряжения на выходе блока питания можно включить микроамперметр с добавочным резистором сопротивлением около 300 кОм.

Далее впаивают резистор R22. Движок резистора R32 устанавливают в верхнее (по схеме) положение, а резистором R28 — минимальное напряжение. К выходу стабилизатора подключают резистор сопротивлением 40 Ом. Включают блок питания в сеть и, увеличивая выходное напряжение, устанавливают ток нагрузки 250 мА. Затем с помощью резистора R1 (см. рис. 2) добиваются, чтобы сработала защита и включился светодиод HL1. Для источника отрицательного напряжения минимальный ток срабатывания защиты устанавливают резистором R2.

После этого движок резистора R32 передвигают в нижнее (по схеме) положение. Сопротивление нагрузки уменьшают и устанавливают ток 3 А. Перемещая движок резистора R32 вверх (по схеме), замечают момент срабатывания защиты. Теперь следует измерить сопротивление выведенной части резистора R32, поставить резистор близкого номинала и отградуировать его по току срабатывания защиты.

Аналогично налаживают плечо минусового напряжения.

В заключение измеряют осциллографом напряжение пульсаций при максимальном токе нагрузки. Если пульсации превышают 30 мВ, устанавливают дополнительные конденсаторы С11 и С20 (на схеме рис. 1 показаны штриховыми линиями). Может оказаться, что при быстром повороте движка резистора R28 (R56) выходное напряжение еще изменяется, хотя движок уже неподвижен. В этом случае верхний вывод резистора R21 нужно выпаять и соединить с коллектором транзистора VT4 (показано штриховой линией). Нижний вывод резистора R49 также следует выпаять и подключить к точке соединения элементов R2, С2, VD6 (см. рис. 1). Сопротивление резисторов R21 и R49 при этом необходимо увеличить до 20 кОм.

КПД компенсационного стабилизатора можно повысить, если на месте VT8 и VT21 применить транзисторы с меньшим напряжением насыщения коллектор—эмиттер, учитывая рекомендации [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ануфриев А.** Мощные лабораторные блоки питания.: Сб.: "В помощь радиолюбителю", вып. 108, с. 54—70. — М.: Патриот, 1990.
2. **Муш В.** Мощный высокостабильный блок питания. — Радио, 1978, № 7, с. 56—58.
3. **Мансуров М.** Лабораторный блок питания с триггерной защитой. — Радио, 1990, № 4, с. 66—70.
4. **Машненков В., Миронов А.** Повышение КПД стабилизаторов напряжения. — Радио, 1986, № 2, с. 30—32.

***От редакции**. Вместо МП37Б (VT23) лучше использовать германиевый транзистор с большим допустимым напряжением коллектор—эмиттер, например, ГТ404В; ГТ404Г.*

# ЗАЩИТА ИП С ПОМОЩЬЮ АНАЛОГОВОГО ПЕРЕМНОЖИТЕЛЯ КР525ПС2

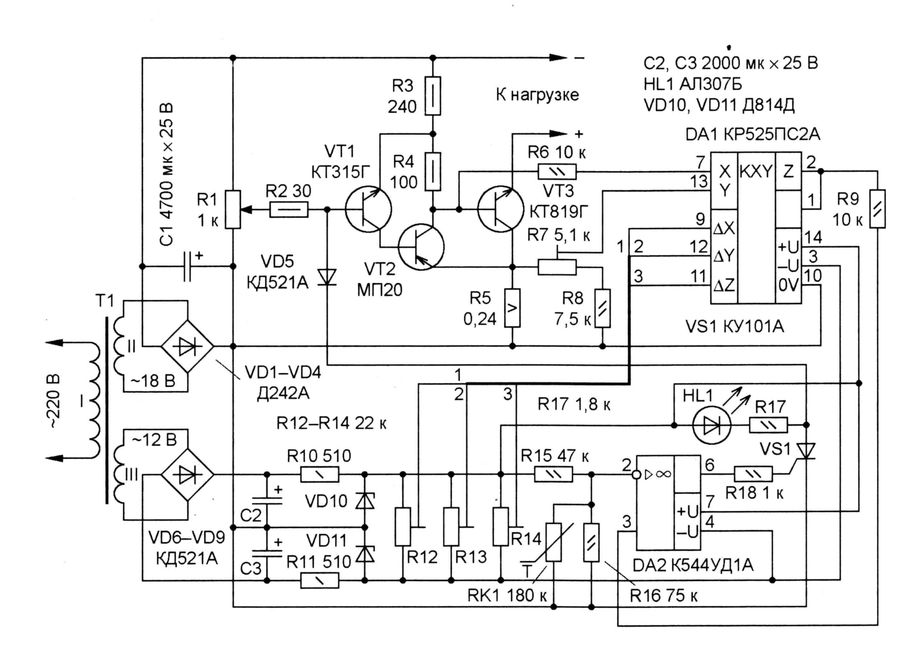
*А. ПАРТИН, г. Екатеринбург*

***Во многих блоках питания регулирующий элемент защищают от превышения допустимого тока и температуры. На взгляд автора, этих мер недостаточно, и он предлагает защищать регулирующий транзистор от превышения допустимой мощности с учетом температуры корпуса. В статье рассмотрен вариант подобной защиты нестабилизированного блока питания с использованием аналогового перемножителя КР525ПС2. Таким узлом можно оснастить и стабилизированные источники.***

Мощность, рассеиваемая регулирующим транзистором блока питания (БП), равна произведению тока коллектора (тока нагрузки) на падение напряжения на участке коллектор—эмиттер. В лабораторных БП (с регулируемым выходным напряжением) при малом выходном напряжении и большом токе нагрузки на регулирующем транзисторе может выделиться мощность, превышающая допустимую для конкретного прибора. Подобные БП обычно снабжают лишь токовой защитой. Однако она не способна защитить регулирующий элемент, когда ток нагрузки меньше значения срабатывания защиты, а мощность, выделяемая на регулирующем транзисторе, превышает допустимую.

Возникает вопрос, как защитить регулирующий транзистор от превышения допустимой рассеиваемой мощности? Существует отечественная микросхема КР525ПС2, которая выполняет операцию умножения двух аналоговых параметров. Если на ее входы подать сигналы, пропорциональные току коллектора регулирующего транзистора и напряжению на участке коллектор—эмиттер, то выходное напряжение будет пропорционально их произведению. Таким образом, на основе этой микросхемы можно собрать узел защиты от превышения регулирующим транзистором допустимой мощности.

Схема подобного узла защиты в нестабилизированном БП показана на **рисунке**. На вход X микросхемы DA1 подают напряжение с базы регулирующего транзистора VT3, а на вход Y — часть напряжения с датчика тока R5, пропорциональную току нагрузки (напряжение на базе регулирующего транзистора равно напряжению на его эмиттере минус 0,6 В).




На ОУ DA2 выполнен компаратор. На его неинвертирующий вход подано напряжение с выхода перемножителя DA1, а на инвертирующий — образцовое с резистивного делителя R15R16RK1. Когда напряжение на неинвертирующем входе больше, чем на инвертирующем, с выхода ОУ подается сигнал на тринистор VS1. Он открывается и через диод VD5 соединяет базу транзистора VT1 с общим проводом. Транзистор VT1, а за ним и транзисторы VT2 и VT3 закрываются. Одновременно включается светодиод HL1, сигнализирующий об отключении БП и обесточивании нагрузки. Терморезистор RK1 выполняет функцию датчика температуры корпуса транзистора VT3 (его закрепляют на корпусе транзистора или на теплоотводе вблизи корпуса).

Питают узел защиты от дополнительной обмотки сетевого трансформатора T1. На диодах VD6—VD9 и конденсаторах C2, C3 собран выпрямитель, а на стабилитронах VD10, VD11 и резисторах R10, R11 — простейший двухполярный стабилизатор.

Налаживают узел защиты следующим образом. Сначала подстроечными резисторами R12—R14 корректируют нулевое напряжение на перемножителе. При нулевых напряжениях на входах X и Y (их соединяют с общим проводом) подстроечным резистором R14 устанавливают нулевое напряжение на выходе Z. Затем, подав напряжение в несколько вольт на вход X (на входе Y по-прежнему нулевое напряжение), подстроечным резистором R13 устанавливают нулевое напряжение на выходе Z. И наконец, аналогичную операцию проводят для входа Y. После этого корректировку перемножителя считают законченной.

Потом, исходя из допустимой мощности, рассеиваемой регулирующим транзистором, и допустимого тока, вычисляют напряжение коллектор—эмиттер. Для транзистора КТ819Г при допустимых мощности 60 Вт и токе 15 А это значение равно 4 В. При максимальном токе 15 А падение напряжения на датчике тока равно 3,6 В. Эти напряжения (3,4 и примерно 2,2...3,6 В — это значение зависит от положения движка подстроечного резистора R7) подают на соответствующие (X и Y) входы перемножителя, отключив их предварительно от резисторов R6 и R7, и добиваются срабатывания компаратора, включения тринистора и светодиода. При этом может потребоваться подборка резистора R15.

Наличие терморезистора RK1 с отрицательным ТКС приводит к тому, что с увеличением температуры корпуса транзистора сопротивление терморезистора уменьшается, следовательно, уменьшится напряжение на инвертирующем входе ОУ. А поскольку с увеличением температуры корпуса допустимая рассеиваемая транзистором мощность снижается, в этом случае узел защиты должен сработать при меньшей мощности.

Подобную защиту можно применить практически в любом БП с регулирующим транзистором. Однако следует помнить, что напряжение на входах перемножителя не должно превышать 10 В. Поэтому в случаях, когда напряжение на регулирующем транзисторе может превысить это значение, его необходимо подавать на вход X перемножителя через резистивный делитель. ■

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОПРИЕМА В УСЛОВИЯХ ШУМОВ И ПОМЕХ

*О. ПЕТРАКОВ, г. Москва*

## PSpice-МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТОРА ПОМЕХ

Чтобы создать модель помех от автомобиля, необходим генератор огибающей напряжения помехи (**рис. 4**). По форме огибающая представляет собой сигнал, резко нарастающий по экспоненте, а затем также по экспоненте плавно убывающий до нуля. А заполнен он осцилляциями, имеющими случайный характер. Для получения сигнала нужной формы используем импульсное напряжение от источника V1, предварительно "пропустив" его через интегрирующую цепь R1C1. Подбирая амплитуду напряжения и постоянную времени RC-цепи, получим требуемую огибающую сигнала помехи (**рис. 5**). Выбором параметров V1, V2, TD, TR, TF, PW, PER импульсного источника и постоянной времени RC-цепи установим необходимые временные характеристики огибающей, которые присущи именно помехам от системы зажигания автомобиля. Буферный усилитель напряжения GAIN1 нужен для того, чтобы отмасштабировать амплитуду огибающей до значения 1 В.

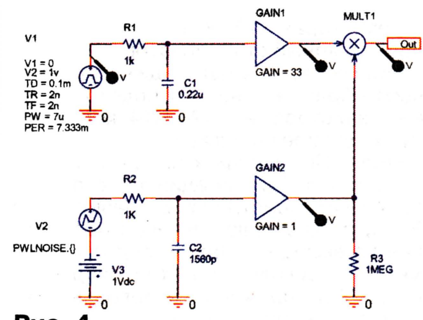



Рис. 4

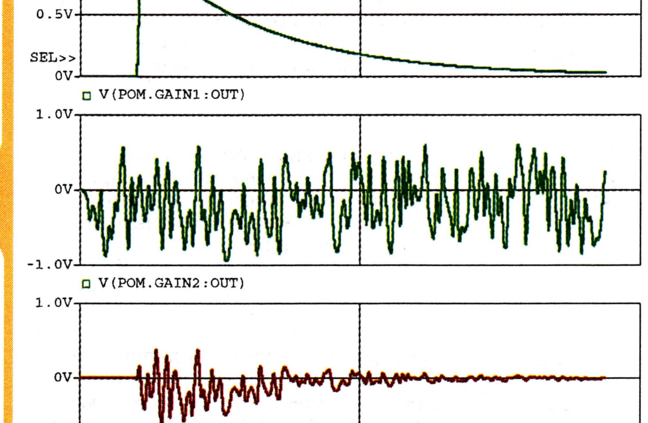



Рис. 5

Далее перемножим напряжение сигнала огибающей на напряжение шума с помощью аналогового блока MULT1 и получим искомый сигнал помехи (рис. 5, нижняя диаграмма). Варьируя параметр PER импульсного источника V1, можно моделировать изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя, а меняя параметр TD, — момент появления помехи относительно полезного сигнала.

Используя предложенный подход, несложно моделировать и многие другие виды промышленных помех, а не только автомобильных.

## PSpice-МОДЕЛЬ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА

Предположим, что передатчик системы дистанционного управления состоит из цифровой и аналоговой части. Для передачи команд используется числоимпульсный код. С точки зрения Pspice, подобный передатчик представляет собой обычное цифроаналоговое устройство, и особых проблем с его моделированием не возникает. Однако затраты времени на расчет весьма велики. Вызвано это тем, что система PSpice вынуждена выбирать шаг интегрирования исходя из скорости изменения сигнала с наибольшей частотой. Поэтому имеет смысл создать упрощенную быстродействующую модель эквивалента выходного сигнала передатчика (**рис. 6**) на идеальных источниках. Это гораздо удобнее, поскольку таким источником гораздо легче управлять (при моделировании реальных условий приема может потребоваться варьировать частоту несущей, амплитуду, фазу). Для учета искажений сигнала в радиоканале добавлен формирователь искажений формы сигнала — в нашем случае простая RC-цепь.

V1: V2 = 1, V1 = 0, TD = 0.5m, TF = 1n, TR = 1n, PW = 2.1m, PER = 4.2m; V2: V1 = 0, V2 = 1V, TD = 0.5m, TF = 1n, TR = 1n, PW = 12.2m, PER = 21m; MULT1; R1 300; C1 1u; MULT2; GAIN1, GAIN = 1E-3; Out; V3: VAMPL = 1V, FREQ = 27MEG

Генератор информационного сигнала | Формирователь искажений сигнала | Генератор несущей

Рис. 6

## PSpice-МОДЕЛЬ СИГНАЛА СМЕСИ

Сейчас, когда все модели готовы, объединим их. Фактически это — эквивалент приемной антенны (см. рис. 1), с выхода которой на вход радиоприемника поступает суммарный сигнал. Очевидно, что для удобства анализа в модели необходимо предусмотреть возможность регулирования отношений сигнал/шум и сигнал/помеха, а также уровня суммарного сигнала для имитации затухания с увеличением расстояния.

Реализуется это с помощью промежуточных усилителей GAIN1—GAIN4, включенных на входах и выходе сумматора (см. рис. 1), коэффициент усиления которых можно оперативно менять перед очередным запуском моделирования.

## PSpice-МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОПРИЕМА

Задание на моделирование для режима TRANSIENT лучше подготовить в графическом виде. Для этого вместо антенны к радиоприемнику подключают модель сигнала смеси.

Но прежде чем приступить к моделированию, необходимо создать файлы значений двух независимых источников шума и рассчитать емкость CFIL сглаживающих фильтров. Программой pwlnoise.bas придется воспользоваться два раза, поскольку источники шума должны быть независимы.

При первом запуске программы создадим исходные данные для источника шума, входящего в состав генератора помех от системы зажигания автомобиля. Зададим, например, TIME STEP=6E-6, FINAL TIME=0.05, RMS NOISE=1. В результате получим CFIL=1,88 nF, а сгенерированный файл с именем pwlnoise.txt переименуем в pwlnoise2.txt.

Во втором случае запишем исходные данные для запуска источника случайного шума. Зададим TIME STEP=5E-6, FINAL TIME= 0.05, RMS NOISE=1. Получим CFIL=1,6 nF, а файл оставим с именем pwlnoise.txt.

Теперь можно запустить программу моделирования и посмотреть результаты. ■

*Окончание. Начало см. в "Радио", 2003, № 3*



E-mail: misc@radio.ru тел. 207-88-18

# ПРОСТОЙ СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ

*Я. ТОКАРЕВ, г. Москва*

Предлагаемое вниманию читателей устройство позволяет получить сетку высокостабильных частот с шагом в 1 кГц на частотах до 7 МГц. Достоинством схемотехнического построения устройства является наглядность задания генерируемой частоты, без каких-либо дополнительных вычислений, отсутствие программируемых микросхем и дорогостоящих компонентов. Схема устройства приведена на **рисунке**.

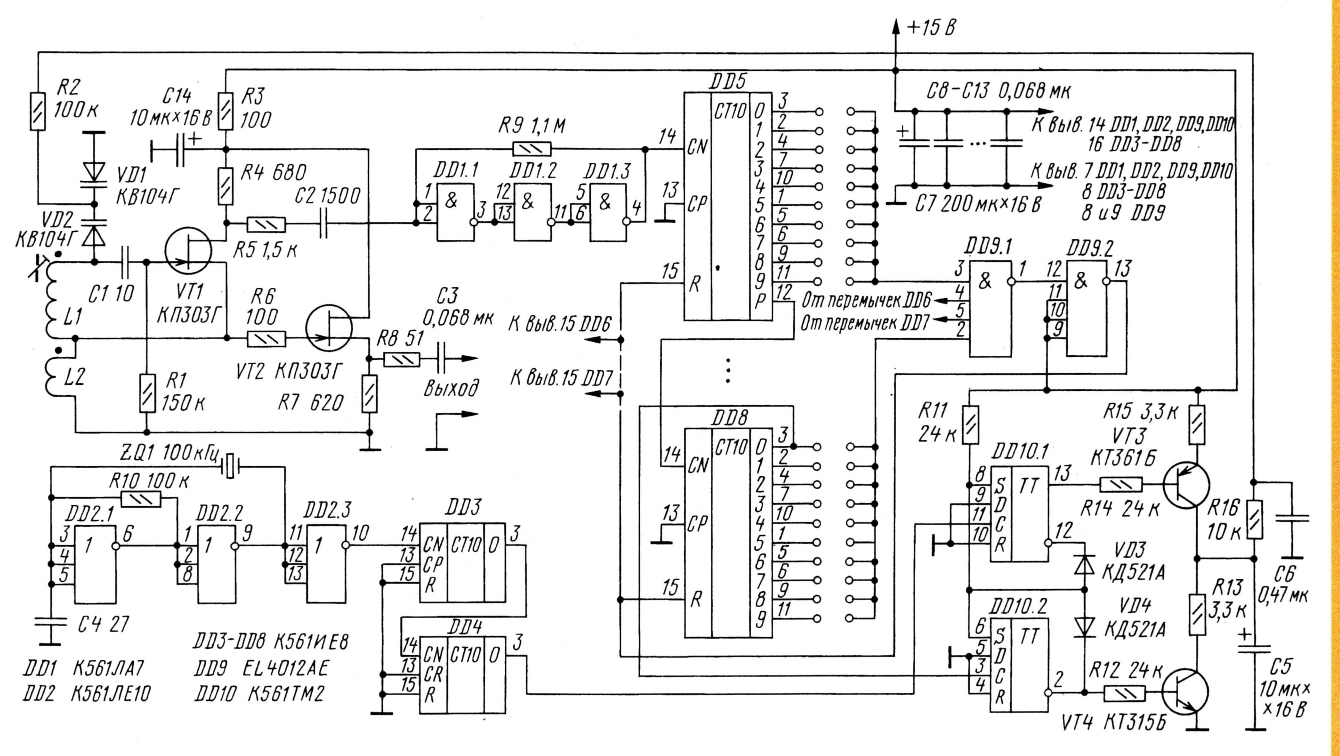
Основу прибора составляет генератор, собранный на транзисторе VT1 по схеме индуктивной трехточки. Через буферный повторитель, выполненный на транзисторе VT2, и цепочку R8, C3 выходной синусоидальный сигнал величиной 0,4 В (эффективное значение) поступает на выход устройства. Одновременно с этим со стока VT1 импульсный (трапециевидный) сигнал поступает на вход формирователя прямоугольных импульсов, выполненный на микросхеме DD1. Цепочка логических элементов DD1.1—DD1.3, охваченная отрицательной обратной связью по постоянному току, выведена на линейный участок и работает как усилитель-ограничитель. Такой формирователь рекомендован к применению В. Л. Шило в книге "Популярные цифровые микросхемы" (издательство "Радио и связь", 1989), так как он обеспечивает высокую стабильность работы счетчиков вплоть до 7 МГц.

С выхода формирователя прямоугольные импульсы поступают на вход десятичных счетчиков DD5—DD8 со встроенными дешифраторами, на которых выполнен делитель с переменным коэффициентом деления (ДПКД). Элементы DD9.1, DD9.2 образуют схему совпадения, формирующую импульс обнуления счетчиков по достижении ими установленного значения. Коэффициент деления ДПКД устанавливается с помощью перемычек (галетных переключателей): единицам килогерц соответствуют перемычки, связанные с микросхемой DD5, тысячам — с микросхемой DD8.

С выхода ДПКД (выв. 3 микросхемы DD8) сигнал перестраиваемого генератора, поделенный до значения опорной частоты, поступает на вход устройства сравнения, роль которого выполняет частотно-фазовый детектор (ЧФД), выполненный на триггерах DD10.1, DD10.2, транзисторах VT3, VT4 и диодах VD3, VD4. Задающий каскад генератора опорной частоты кварцованный и выполнен на элементах DD2 и счетчиках DD3, DD4 — делитель на 100.

Сформированное напряжение автоподстройки интегрируется конденсатором C5 и поступает через дополнительный ФНЧ R16C6 на варикапы VD1, VD2, замыкая тем самым петлю ФАПЧ. Стоит заметить, что обычно в качестве интегратора после ЧФД используют так называемый пропорционально интегрирующий фильтр (ПИФ), представляющий собой последовательную RC-цепочку. Делается это для уменьшения времени установления в получившейся системе автоматического регулирования и исключения возможного самовозбуждения. Но применение ПИФ влечет за собой ряд существенных недостатков, связанных с тем, что он хуже подавляет переменную составляющую сигнала опорной частоты, поступающую вместе с постоянным напряжением на варикапы перестраиваемого генератора и тем самым вызывая паразитную частотную модуляцию генератора. Для борьбы с этим между ПИФ и варикапами обычно устанавливают прецизионный режекторный фильтр, настроенный на опорную частоту, и этот фильтр, если задаться получением высоких характеристик, получается достаточно сложным и дорогим.

В данной конструкции из-за относительно высокой опорной частоты удалось обойтись простым интегратором, обеспечивающим время установления менее 0,5 с, и дополнительным помехоподавляющим фильтром с частотой среза около 33 Гц. Такое решение позволило получить минимум частотно-фазовых шумов при приемлемой скорости установления частоты без применения точных RC-компонентов. При используемом типе катушки L1 и подстроечнике, находящимся в среднем положении, устройство может вырабатывать сетку частот с шагом 1 кГц в пределах от 1,5 до 1,7 МГц при перестройке с помощью перемычек. Применив другие катушки, можно получать частоты вплоть до 7 МГц.




В устройстве применены резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы типов КТ1 М47 (C1, C4), К53-4-20 В (C5, C14), К73-17 (C6), К50-35 (C7), К10-7 (C3 и все блокирующие). Транзисторы КТ315Б заменимы на КТ3102Б, КТ361Б — на КТ3107Б, КП303Г — на КП307Г. В качестве микросхемы DD9 можно попробовать использовать отечественную К561ЛА8. Катушки L1, L2 — катушки ФСС радиоприемника "АБАВА РП 8330" паспорт ИШ4.777.240-04.

Налаживание устройства. Установите перемычки ДПКД в соответствии со


E-mail: misc@radio.ru тел. 207-88-18

средней частотой того диапазона, который вам необходим. К конденсатору C5 следует подключить высокоомный вольтметр ($R_{вх}$ > 1 МОм), фазировкой включения катушки L2 и вращением подстроечника катушки L1 (обязательно отверткой из диэлектрического материала) добиться напряжения на конденсаторе, близкого к половине напряжения питания.

Предлагаемая конструкция была разработана автором еще в 1992 г. и использовалась в качестве задающего генератора одной московской средневолновой радиовещательной станции, для чего собственно и была создана.

В заключение хотелось бы сказать о том, что, заменив перемычки галетными переключателями с соответствующими надписями, можно ввести оперативную ручную перестройку частоты. Важно только, чтобы соединительные проводники, идущие от переключателей, имели минимальную длину, особенно если предполагается работать на частотах, близких к максимальным. ■

# ДВУХПОРОГОВЫЙ КОМПАРАТОР

***В. ГРИЧКО, г. Краснодар***

Предлагаемое устройство может быть применено там, где требуется контроль за двумя уровнями напряжения (нижним и верхним). Его можно использовать в зарядных устройствах для проведения контрольно-тренировочных циклов, а также в различных устройствах автоматики.

Схема двухпорогового компаратора устройства показана на **рис. 1**. За основу была взята классическая схема, которая неоднократно печаталась в журналах и книгах. Автором был доработан делитель напряжения R5R6R8R10. Резисторы R8 и R10 были применены переменные, а также добавлены контакты реле K1.2. Эти усовершенствования позволили получить двухпороговый компаратор. Пределы регулировки уровней срабатывания компаратора — от 3,1 до 15,8 В.

Если напряжение на неинвертирующем входе ОУ DA1 больше, чем на инвертирующем, выходное напряжение ОУ близко к напряжению питания. Транзисторы VT1 и VT2 открыты, контакты реле K1.1 и K1.2 замкнуты. При увеличении напряжения на входе выше установленного резистором R8 верхнего предела напряжение на инвертирующем входе DA1 станет больше, чем на неинвертирующем. Транзисторы VT1 и VT2 закроются, реле K1 отпустит. Контакты K1.1 выключат исполнительное устройство. Переменный резистор R10 перестанет быть зашунтированным контактами K1.2, и коэффициент деления делителя напряжения изменится. Резистором R10 устанавливают нижний предел.

При понижении напряжения на входе устройства до уровня, установленного резисторами R8 и R10, компаратор снова изменит свое состояние на противоположное.

Реле K1 — любое с напряжением срабатывания 24 В и подходящими контактами. Переменные резисторы R8 и R10 — любого типа с линейной зависимостью, подстроечный резистор R3 — СП5-16А.

Устройство собрано на печатной плате, чертеж которой показан на **рис. 2**.

Налаживание устройства начинают с установки тока стабилизации стабилитрона VD2 в пределах 20...25 мА подбором резистора R12. Резистором R3 устанавливают образцовое напряжение, получив нужные пределы регулировки компаратора. Для облегчения установки нижнего и верхнего порогов можно последовательно с R8 и R10 включить переменные резисторы сопротивлением 100 и 47 Ом соответственно. ■

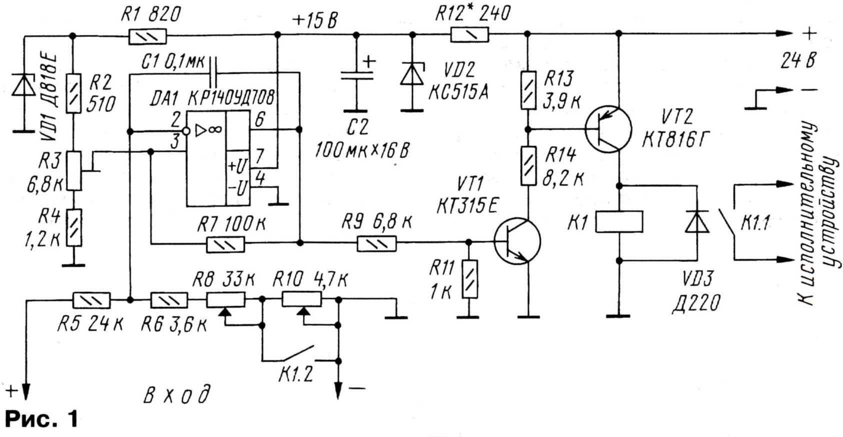



Рис. 1

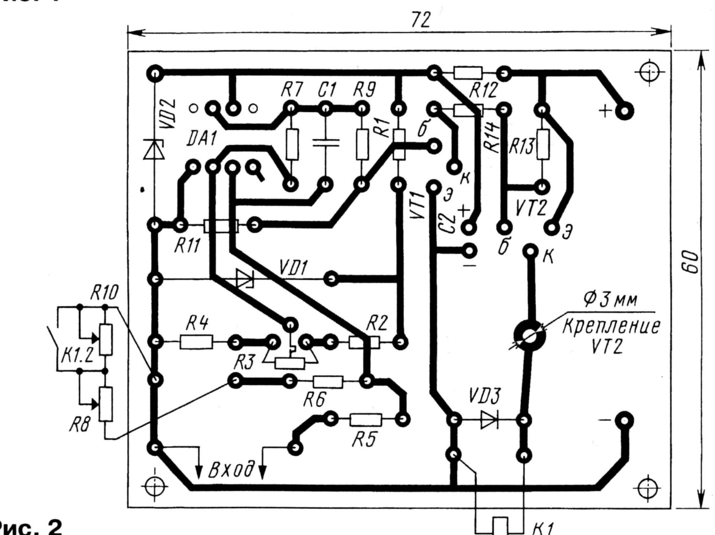



Рис. 2

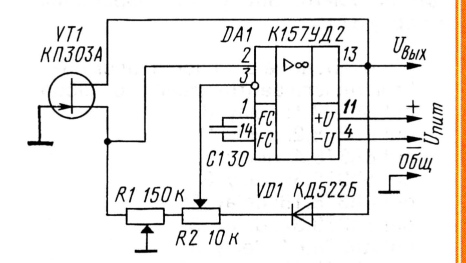
E-mail: misc@radio.ru
тел. 207-88-18

# ТЕРМОСТАБИЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ОБРАЗЦОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

***В. ЛАРИОНОВ, п. Лаишево, Татарстан***

При макетировании источника образцового напряжения по схеме в [1] подтвердилось, что устройство обладает недостаточной термостабильностью из-за положительного температурного коэффициента напряжения цепи стабилизации на полевом транзисторе. На это и указывал автор статьи. Рекомендация об использовании термостабильной точки полевого транзистора требует увеличения тока стока полевого транзистора путем уменьшения сопротивления в цепи его истока. При этом в соответствии с рис. 5 в [2] рабочая точка транзистора смещается в зону большей крутизны, т. е. ухудшается стабильность выходного напряжения и появляется его зависимость от напряжения питания.

Предлагаемый вариант источника образцового напряжения показан на **рисунке**. Переменными резисторами




R1 и R2 устанавливают выходное напряжение. Влияние температуры в цепи положительной обратной связи компенсируется включением термочувствительного элемента (кремниевый диод VD1) в цепь отрицательной обратной связи. Компенсация будет тем эффективнее (вплоть до перекомпенсации), чем меньше выходное напряжение будет отличаться от напряжения отсечки транзистора. В авторском варианте диод VD1 и транзистор VT1 располагались на общем теплоотводе. В процессе нагрева паяльником от 0 до 100 °С и последующего охлаждения выходное напряжение изменялось на –3 мВ и +3 мВ соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Федичкин С.** Микромощные стабилизаторы напряжения. — Радио, 1988, № 2, с. 56, 57.

2. **Андреев В.** Экономичные стабилизаторы. — Радио, 1998, № 6, с. 57—60.

# МАЛОГАБАРИТНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА "ОМЕГА"

***О. ЖЕЛЮК, г. Ровно, Украина***

***Устройства динамического отображения информации широко используются в уличной рекламе, а также на предприятиях, в учебных заведениях, торговых центрах и иных учреждениях, где есть необходимость в ознакомлении публики с быстротечными данными и динамическими информационными потоками. Любительские разработки подобного назначения неоднократно описывались в периодических изданиях. Их основные недостатки, кроме значительной стоимости, — зависимость от данных, запрограммированных в микросхемах ПЗУ, отсутствие возможности оперативного изменения отображаемой информации, а в некоторых случаях и необходимость применения редких комплектующих изделий. Предлагаемое устройство представляет собой приставку к компьютеру, выполнено на доступной элементной базе и обладает достаточно широкими эксплуатационными возможностями.***

Малогабаритная динамическая установка (МДУ) "Омега" вместе с пакетом программных средств позволяет организовать вывод отображаемой информации как в символьном виде из набора типичных символов, предусмотренных знакогенератором, так и в графическом, который задается пользователем из произвольного набора пикселей. Работает МДУ под управлением IBM-совместимого персонального компьютера (ПК) с операционной системой MS DOS или Windows. Устройство имеет компактные размеры, просто в эксплуатации, легко инсталлируется и не требует специальных знаний для использования. В отличие от промышленных прототипов, в минимальной конфигурации (на базе ПК с процессором 80286) имеет низкую себестоимость.

Структурная схема устройства изображена на **рис. 1**. Управляет его работой LPT порт ПК. При этом используется восьмиразрядная шина данных, что определяет число светодиодов в знакоместе по вертикали или число строк. Управление шиной данных осуществляется через порт с адресом 378h. Устанавливая по этому адресу сигнальный код, значение которого может находиться в пределах от 0 до 255, можно задать любую комбинацию высоких и низких уровней на шине данных LPT порта.

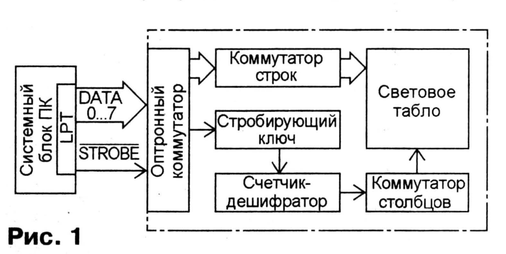



**Рис. 1**

Сигнальный код с LPT порта поступает на оптронный коммутатор строк, что обеспечивает любую комбинацию включенных и выключенных светодиодов по вертикали. Для коммутации вертикальных столбцов и создания динамической горизонтальной развертки используется сигнал STROBE, который формируется программно при обращении к порту по адресу 37Ah. Через стробирующий ключ сигнал поступает на счетчик-дешифратор синхронно с изменением сигналов на шине данных.

Счетчик-дешифратор управляет поочередной работой ключей коммутатора вертикальных столбцов светодиодов, создавая горизонтальную развертку. В зависимости от потребностей и необходимой информативности прибора счетчик-дешифратор может быть 8-, 16-, 32-, 64- или 128-разрядным, что обеспечивает пропорциональное изменение числа вертикальных столбцов и соответственно длину светоизлучающего экрана. В описываемом устройстве применено светодиодное табло, состоящее из 32×8 элементов (256 светодиодов).

Принципиальная схема устройства приведена на **рис. 2**. Для обеспечения гальванической развязки и защиты ПК от экстратоков, которые могут наводиться в соединительных проводах при большом удалении МДУ от системного блока и эксплуатации в неблагоприятных электромагнитных условиях, управление работой прибора осуществляется через оптронные ключи U1.1 и 1U1—8U1 (U2.1—U5.2).

С шины данных сформированный программным обеспечением на выходе LPT порта сигнал через разъем XS1 поступает на вход коммутатора строк, выполненного на оптронах 1U1—8U1 и транзисторах 1VT1—8VT1. В результате открываются соответствующие транзисторы и включенные в их эмиттерные цепи группы светодиодов, образующие вертикальные столбцы, через токоограничительные резисторы 1R3—8R3 подключаются к цепи питания устройства.

Изменение состояния шины данных сопровождается появлением тактового импульса на линии Strobe LPT порта. При прохождении этого импульса через оптрон U1.1 срабатывает ключ на транзисторе VT1, что вызывает изменение состояния счетчика DD1. Вместе со счетчиком DD2 и инвертором DD3.1 он обеспечивает соответствующую работу дешифраторов DD4 и DD5 и поочередную активизацию их выходов, соединенных с коммутатором вертикальных столбцов, выполненным на транзисторах VT2—VT33. В результате создается горизонтальная развертка: при совпадении времени открывания ключей коммутатора строк и ключа коммутации того или иного вертикального столбца катоды соответствующих светодиодов подключаются к источнику питания устройства и зажигаются. С появлением следующего тактового импульса на линии Strobe и изменением сигналов на шине данных светятся светодиоды следующего столбца и т. д.

Устройство обеспечивает вывод текстовой информации произвольной длины из текстового файла, а также созданных пользователем графических изображений из файла данных.

Проанализировать работу программного обеспечения устройства можно, рассмотрев приведенные ниже фрагменты программ, написанных на языке TurboBASIC. Программы рассчитаны на подключение МДУ к порту LPT1 с адресом 378h, при этом управление горизонтальной разверткой происходит по линии Strobe при обращении к порту 37Ah.

```
' Поочередное включение элемен-
' тов одного вертикального столбца
out &h378,1: delay .3
out &h378,2: delay .3
out &h378,4: delay .3
out &h378,8: delay .3
out &h378,16: delay .3
out &h378,32: delay .3
out &h378,64: delay .3
out &h378,128: delay .3
out &h378,0: delay .3
end

' Поочередное включение элемен-
' тов одного вертикального столбца
for i=1 to 10
for j=0 to 7
out &h378,2^j
delay .05
next j
next i
end

' Заполнение светящимися
' элементами одного столбца
for i=0 to 255
out &h378,i
delay .028
next
end

' Эффект "Бегущий столбец"
for e=0 to 31
out &h378,255
out &h37A,0: for q=0 to 3100: next q
out &h37A,1: for w=0 to 3100: next w
next e
end
```

U1–U5 АОТ101АС
VT1, 1VT1–8VT1 КТ503А
VT2–VT33 КТ502А
DD1, DD2 К155ИЕ5
DD3 К155ЛА3

HL1–HL256 АЛ307Б

**Рис. 2**

```
' Эффект "Бегущая диагональ"
for i=1 to 10
for j=0 to 7
out &h37A,0: out &h378,2^j
for k=0 to 80: next k
out &h37A,1: for 1=0 to 80: next 1
next j
next i
end

' Свечение всех элементов
for e=0 to 3100
out &h378,255: for r=0 to 10: next r
out &h37A,0: for q=0 to 1: next q
out &h37A,1: for w=0 to 10: next w
next e
out &h378,0
end
```

Разработанное автором программное обеспечение устройства желающие найдут на ftp-сервере редакции в Интернете по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2003/04/omega**>.

Устройство смонтировано на печатной плате размерами 250×110 мм из двусторонне фольгированного стеклотекстолита (**рис. 3**). Чертежи платы размещены в Интернете по тому же адресу, что и программное обеспечение. При монтаже следует учесть, что выводы некоторых деталей должны выполнять функции перемычек, соединяющих печатные проводники на разных сторонах платы, поэтому их необходимо припаять к печатным проводникам обеих сторон. Блокирующие конденсаторы C2—C6 припаивают непосредственно к выводам питания микросхем DD1, DD2 и DD4, DD5. После завершения монтажа светодиоды закрывают пластиной из прозрачного органического стекла красного цвета.

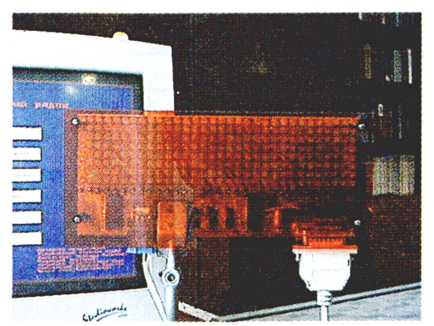


**Рис. 3**

Для работы устройства в минимальной конфигурации достаточно иметь системный блок ПК на базе процессора 80286 с клавиатурой и дисководом (наличие монитора не обязательно). Питают МДУ от автономного источника с выходным напряжением 5 В при токе до 0,5 А. Повысить яркость свечения светодиодов можно уменьшением сопротивления резисторов 1R3—8R3, однако выбирать его менее 20 Ом не рекомендуется, так как среднее значение тока через светодиод может превысить максимально допустимое.

Предложенный схемотехнический подход позволяет при необходимости создать устройство с числом вертикальных столбцов от 8 до 128, при этом число светоизлучающих элементов может варьироваться от 64 до 1024. Следует, однако, учесть, что при числе столбцов более 64 яркость свечения уменьшается. Для увеличения яркости и размеров элементов индикации допустимо параллельное включение четырех светодиодов в одной светоизлучающей ячейке (каждый — через свой токоограничительный резистор). При этом желательно использовать светодиоды со светоизлучающей поверхностью прямоугольной формы. ■

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

# ОХРАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ САДОВО-ОГОРОДНОГО УЧАСТКА

*К. ЛУКЬЯНОВ, г. Новосибирск*

***Описания охранных систем различного назначения часто появляются на страницах нашего журнала. Чаще всего речь идет об охране помещений или автомобилей. В предлагаемой статье рассмотрено устройство, объект охраны которого — огородный участок, т. е. непосредственно грядки и теплицы.***

У многих владельцев садово-огородных участков каждый год возникает проблема охраны урожая от посягательств грабителей. Иногда не помогает и наличие сторожевой собаки, например, при большом периметре участка. Значительную помощь может в этом случае оказать электронное сторожевое устройство, использующее в качестве датчиков проникновения "растяжки" из тонкой медной проволоки диаметром 0,1...0,2 мм и герконовые датчики (на дверях теплиц и калитках).

В отличие от описанных ранее [1] — [3], предлагаемое устройство имеет четыре независимых канала для контроля за тремя охранными шлейфами и наличием сетевого напряжения 220 В. Необходимость его контроля вызвана частыми случаями кражи оборудования осветительной сети в сельской местности и садово-огородных обществах. Обрыв по каждому каналу фиксируется вне зависимости от текущего состояния шлейфа, т. е. если дверь теплицы открывали в ваше отсутствие, вы об этом узнаете. Длительность подачи звукового сигнала тревоги ограничена на случай временного отсутствия хозяина.

Возможна организация коллективной охраны — у устройства имеется выход, к которому можно подключить охранный шлейф другого устройства (центрального пульта или аналогичного устройства у соседа). При подаче сигнала тревоги состояние этого выхода меняется с замкнутого на разомкнутое (максимальный ток — 20 мА, напряжение при размыкании — не выше 30 В). Имеется возможность подключения внешних устройств — оповещения (сирены с током потребления до 0,3 А) и резервного питания.

Питается устройство от сети 220 В, а в качестве резервного источника питания можно использовать любую 9-вольтовую батарею гальванических элементов либо аккумуляторную батарею напряжением 7,5...12 В. Работоспособность сохраняется при снижении напряжения до 5...5,5 В. При потребляемом токе около 15 мА (3 замкнутых шлейфа) резервного источника в виде батареи "Крона" хватит примерно на 1,5 суток. В качестве охранного шлейфа может использоваться набор любых датчиков и линий общим сопротивлением до 3 кОм (при диаметре провода 0,1 м это чуть более 1 км, а при 0,2 мм — около 5 км).

Принципиальная схема охранного устройства показана на **рис. 1**. Каждый

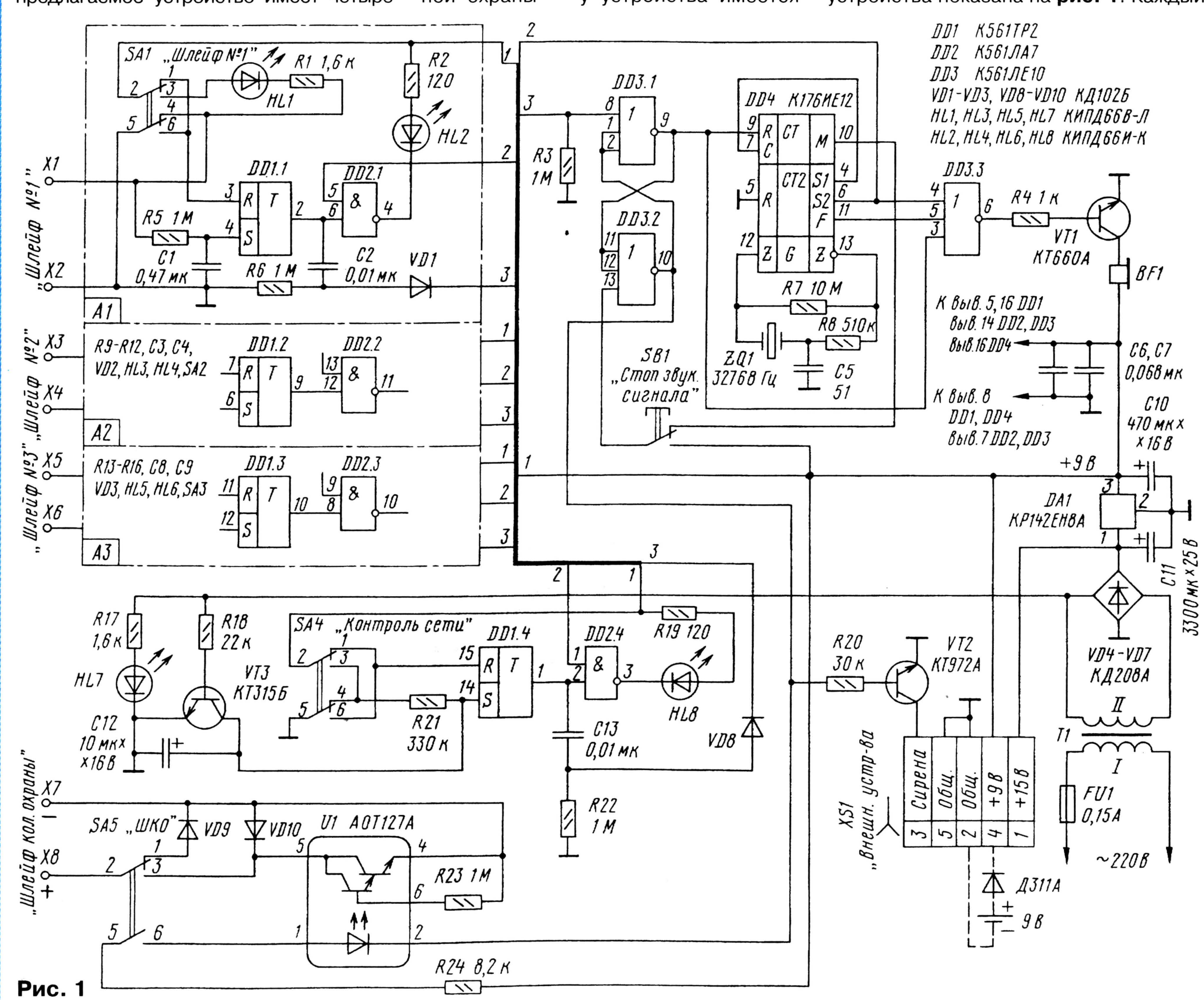
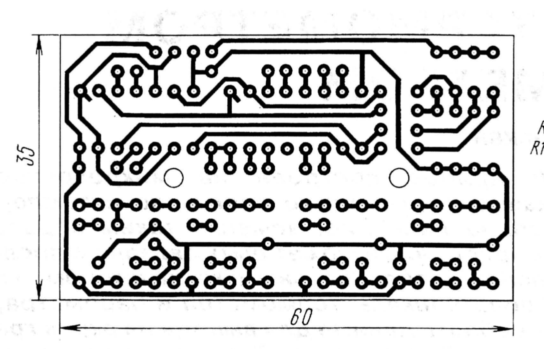


Рис. 1



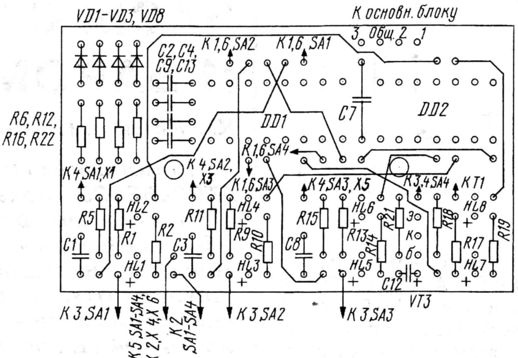
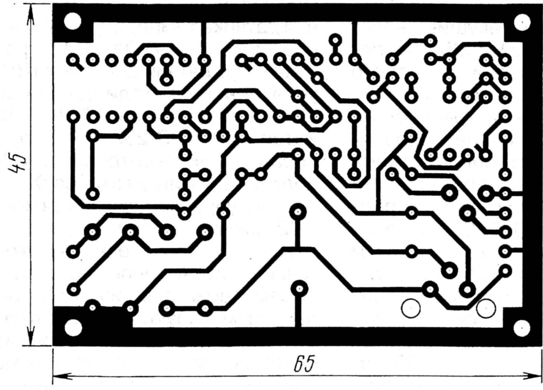




**Рис. 2**



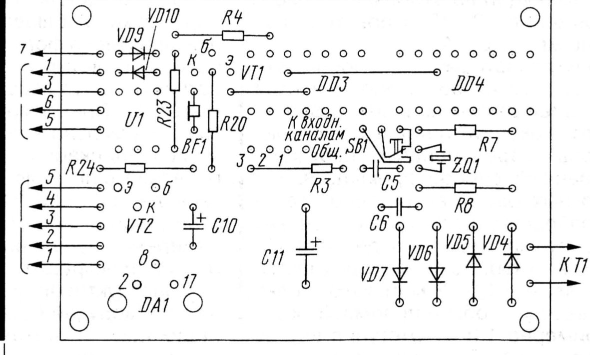




**Рис. 3**

канал содержит RS-триггер (в первом канале это DD1.1), буферный элемент 2И-НЕ (DD2.1) и два светодиода: один — для индикации текущего состояния контролируемого шлейфа (HL1, HL3, HL5, HL7 зеленого свечения), а второй — для отображения произошедшего когда-либо разрыва (HL2, HL4, HL6, HL8 красного свечения).

Тумблеры SA1—SA5 показаны в положении, когда соответствующие шлейфы отключены. В этом случае ток через охранные шлейфы не течет, триггеры DD1.1—DD1.4 находятся в нулевом состоянии. На выходе элемента DD3.1 высокий уровень, запрещающий работу делителя на 60 микросхемы DD4. Шлейф коллективной охраны (ШКО) замкнут для "правильной" полярности входного напряжения диодом VD9. В рабочем режиме ШКО замыкается транзистором оптрона U1. Такая коммутация сделана для определения полярности подключения шлейфа на противоположной стороне.

При включении одного из шлейфов в режим охраны по нему протекает ток около 4 мА, горит соответствующий светодиод, а на обоих входах RS-триггера низкий уровень. Меньшее значение тока может привести к ложным срабатываниям из-за утечек, особенно во время дождя. Так продолжается до момента обрыва шлейфа (или увеличения его сопротивления свыше 10 кОм), после чего с задержкой в 300 мс срабатывает триггер, разрешая работу светодиода тревожной сигнализации (HL2, HL4, HL6). RS-триггер на элементах DD3.1, DD3.2 переходит в состояние с низким уровнем на выходе элемента DD3.1. Высокий уровень с выхода DD3.2 открывает транзистор VT2, включается устройство дополнительного внешнего оповещения (сирена). Если использовалась функция коллективной охраны, то ее шлейф размыкается оптроном.

Делитель на 60 микросхемы DD4 начинает отсчет времени и по истечении 21 с RS-триггер на элементах DD3.1, DD3.2 вернется в исходное состояние. Однако светодиод сработавшего канала будет продолжать гореть. Если целостность шлейфа восстановлена (об этом как раз можно судить по светодиоду текущего состояния шлейфа), то для возвращения к режиму охраны по этому каналу необходимо выключить и включить соответствующий шлейф.

Канал контроля наличия сетевого напряжения работает аналогично, за исключением того, что роль нормально замкнутого шлейфа выполняет (при наличии сетевого напряжения) транзистор VT3. Задержка на срабатывание увеличена в этом канале до 3 с для исключения ложных срабатываний при пуске мощного оборудования и сварочных работах.

Если необходимо большее число каналов, то дополнительные блоки можно подключить параллельно существующим (фактически так и включены четыре исходных). При этом увеличится энергопотребление, что следует учитывать при выборе резервного источника питания.

Штриховыми линиями на схеме показан вариант подключения 9-вольтовой батареи как резервного источника питания.

Устройство собрано на двух печатных платах (**рис. 2** и **3**). Если не нашлось микросхемы К176ИЕ12, ее можно заменить

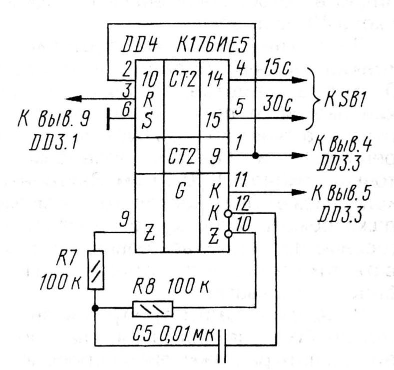



**Рис. 4**

микросхемой К176ИЕ5, включив по схеме на **рис. 4**. Выбор времени звучания осуществляют выбором выхода микросхемы, к которому подключена кнопка SB1. Вместо капсюля BF1 ДЭМШ сопротивлением 30 Ом можно применить динамическую головку 0,25ГДШ или 0,5ГДШ сопротивлением 4 или 8 Ом, включив ее через выходной трансформатор от старого транзисторного радиоприемника. Если в распоряжении есть пьезоизлучатель от импортной трубки-телефона, его можно включить по схеме на **рис. 5**.

Тумблеры SA1—SA5 — П2Т-1-1В, но можно применить и кнопки с фиксацией, например, П2К, ПКн-61. Кнопка SB1 — КМ1-1, разъем XS1 — ОВЦ-ВГ-5. Диоды VD4—VD7 на ток не менее 0,5 А (КД209 с индексами А—В, КД208А или сборки серии КЦ422), остальные — любые кремниевые маломощные. Транзистор VT1 должен быть с коэффициентом передачи тока не

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

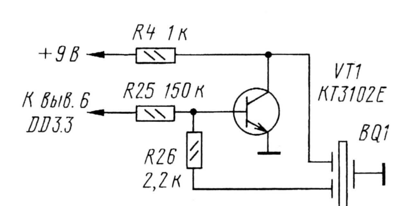



**Рис. 5**

менее 100 и максимальным током коллектора не менее 0,5 А, VT2 — КТ972Б или КТ829 с индексами А—Г. Оптрон U1 — АОТ127Б или 4N33, в случае применения 4N33 резистор R23 исключают. Сетевой трансформатор Т1 подойдет любой, имеющий на вторичной обмотке напряжение 13...15 В при токе нагрузки не менее 0,1 А.

Эффективность работы подобных охранных систем на 95 % определяется конструкцией датчиков проникновения. За два года эксплуатации этого устройства хорошо зарекомендовал себя комбинированный способ прокладывания проволочных растяжек (предполагается, что забором участок не обнесен, как правило, это картофельная делянка или посадки капусты). По периметру участка с интервалом в 1,5...2 м втыкают колья такой высоты, чтобы над землей осталось примерно 1,2 м. Отступив внутрь территории на 1...2 м, по всему периметру делянки втыкают колья меньшего размера. Желательно, чтобы их не было видно в ботве, рекомендуемая высота около 40 см от земли.

По внешним кольям протягивают тонкий медный провод (оптимально 0,15 мм в диаметре, так как более тонкий рвется от ветра, а толстый — не рвется, а тянется) в 3 яруса, а по внутреннему — в один ярус проводом потоньше, около 0,1...0,13 мм. Внутренних колец может быть несколько, возможно даже обматывание кустов проволокой (осенью проволоку все равно выбрасывать, так как она уже растянулась и изобилует разрывами).

В садовой части требуется значительно большая фантазия, главное — это сделать растяжку либо непреодолимой (предположительно с грузом чужого урожая), либо незаметной, а лучше и то и другое. И еще один совет — если прокладываете многоярусно проволоку, не следует при замкнутом периметре идти все время в одну сторону (по часовой стрелке или против), так как образуется большая катушка индуктивности, что может сказаться на помехоустойчивости системы при грозе. Лучше, дойдя при прокладке по периметру до начала, пойти затем в обратном направлении.

Следует заметить, что иногда нарушителями спокойствия являются беспризорные собаки и вороны, и те и другие часто не замечают проволоки.

ЛИТЕРАТУРА


1. **Ануфриев А.** Дачная охранная сигнализация. — Радио, 1993, № 4, с. 34, 35.

2. Охранная система нескольких объектов. — Радио, 1995, № 6, с. 39.

3. **Москвин А.** Сторожевое устройство — электронный звонок. — Радио, 1992, № 9, с. 20—22.


# ЧАСЫ С ТЕРМОМЕТРОМ И БАРОМЕТРОМ

**_Ю. РЕВИЧ, г. Москва_**

***Предлагаемый прибор построен на микроконтроллере AT90LS8535, показывает не только время, но и температуру, а также атмосферное давление, заменяя таким образом три обычных бытовых прибора. Он может быть связан по последовательному интерфейсу с персональным компьютером, который поможет откалибровать шкалы термометра и барометра, а при необходимости — собрать данные для вывода на экран графиков изменения их показаний за выбранный интервал времени.***

На светодиодном индикаторе прибора можно наблюдать текущие значения времени в формате ЧЧ:ММ; температуры в месте установки выносного датчика, °С; атмосферного давления, мм рт. ст. Предусмотрена трехуровневая ("нормально — внимание — разряжена") индикация состояния батареи резервного питания. Температуру в интервале –50...+50 °С прибор измеряет с погрешностью 0,1...0,2 °С. Интервал измерения давления — 700...800 мм рт. ст при погрешности 1...2 мм рт. ст.

Конструктивно устройство состоит из трех модулей (плат) — контроллера, индикации и питания, помещенных в корпус размерами 210×160×80 мм с прозрачным окном для индикаторов, и выносного датчика температуры, соединяемого с основным блоком трехпроводным кабелем длиной до 20 м. Датчик атмосферного давления находится внутри корпуса.

Выбор микроконтроллера AT90LS8535 фирмы Atmel был обусловлен следующими обстоятельствами:

— последовательный интерфейс ISP (Interface for Serial Programming) позволяет программировать микроконтроллер "прямо на плате", что значительно упрощает отладку. Программатор, подключаемый к портам COM или LPT компьютера, несложно изготовить самостоятельно [1, 2] или приобрести готовый за сравнительно небольшую цену;

— благодаря встроенному многоканальному 10-разрядному АЦП отпадает необходимость в большом числе внешних компонентов;

— более низкий предел допустимого напряжения питания (2,7 В против 4 у "высоковольтного" AT89S8535) значительно увеличивает срок годности батареи резервного питания прибора.

Микроконтроллер AT90LS8535 можно заменить на более современный ATmega8535L или распространенные ATmega103, ATMega603 той же фирмы, не изменяя программу. Однако две последние микросхемы значительно дороже и выпускают их только в планарном 64-выводном корпусе, что потребует существенного усложнения печатной платы.

## МОДУЛЬ КОНТРОЛЛЕРА

В модуле контроллера, схема которого показана на **рис. 1**, расположены основные узлы прибора: микроконтроллер DD2; преобразователь сигналов UART микроконтроллера в стандартные уровни интерфейса RS-232 (микросхема DD1); узел преобразования сопротивления датчика температуры RK1 в напряжение (микросхемы DA1, DA2, транзисторы VT1, VT2); датчик давления (BP1); ключи управления светодиодными индикаторами (транзисторы VT3—VT30); вилки интерфейса RS-232 (XP1), программирования микроконтроллера (XP2) и для подключения индикаторов (XP3).

Под управлением микроконтроллера DD2 ключи на транзисторах VT3—VT12, VT21—VT30 поочередно подключают к источнику питания цепи общих анодов десяти семисегментных индикаторов, их катоды коммутируют транзисторы VT13—VT19. Транзистор VT30 управляет парой светодиодов, расположенных между разрядами часов и минут индикатора. С вывода 29 (PC7) микроконтроллера поступает сигнал на светодиод знака "минус" температуры, а с выводов 6 (PB5) и 7 (PB6) — на двухцветный светодиод, показывающий состояние батареи резервного питания. Все упомянутые выше индикаторы находятся вне модуля контроллера. Так как выводы 6, 7 микросхемы DD2 используются и для ее программирования, эту операцию желательно проводить, отключив от вилки XP3 шлейф, связывающий модули контроллера и индикации.

Напряжения, пропорциональные измеряемым величинам, поступают на три вывода микроконтроллера DD2, запрограммированные как входы трех из восьми имеющихся каналов встроенного АЦП. Вывод 40 (PA0/ADC0) — температура, 39 (PA1/ADC1) — давление, 38 (PA2/ADC2) — напряжение батареи. Образцовым для АЦП служит поданное на вывод 32 (AREF) микроконтроллера напряжение +5 В (А), что значительно снижает требования к стабильности последнего. Дело в том, что выходное напряжение датчиков температуры и давления пропорционально не только измеряемым параметрам, но и напряжению питания. Изменение вместе с ним образцового напряжения устраняет эту зависимость в выходном коде АЦП. Хотя отклонения образцового напряжения от номинала вносят дополнительную погрешность в результат измерения напряжения батареи, в данном случае это не так уж важно.

Терморезистором RK1 — датчиком температуры — служит обмотка реле РЭС60 (паспорт РС4.569. 435-00) сопротивлением $1900^{+120}_{-380}$ Ом при 20 °С. Здесь можно применить и другие медные обмотки приблизительно такого же сопротивления, в том числе обмотки реле РЭС49 (паспорт РС4.569.421-00), РЭС79 исполнений ДЛТ4.555.011, ДЛТ4.555.011-05.

**Рис. 1**

Сопротивление медного провода обмотки линейно зависит от температуры и достаточно стабильно во времени. Если его величина известна при температуре $T_0$ (например, при 20 °С), то при температуре Т сопротивление станет равным

$$R(T) = R(T_0)[1 + 0,004(T - T_0)].$$

Конструктивное оформление датчика может быть подобным показанному на **рис. 2**. К выводам А и Б реле 1 припа-

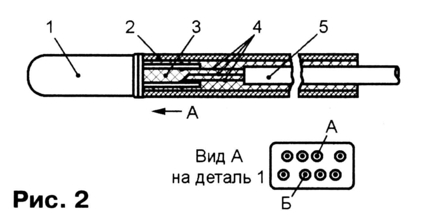



**Рис. 2**

ивают многожильные изолированные соединительные провода 4 (например, МГТФ), пропустив их сквозь трубку-держатель 2, залитую эпоксидной смолой 3. Чтобы предотвратить вытекание жидкой смолы, места неплотного прилегания трубки 2 к реле 1 герметизируют, например, пластилином, который после полимеризации смолы легко удалить.

Перед заливкой необходимо надеть на свитый жгут проводов гибкую полихлорвиниловую трубку 5. Она защитит не только от неблагоприятных атмосферных воздействий, но и от обрывов проводов при частых перегибах, особенно в месте выхода из трубки 2. Изгибать выводы реле или обрезать неиспользуемые не следует. Этим можно повредить их стеклянные изоляторы, и проникшая внутрь герметичного корпуса реле влага вызовет коррозию, а со временем — обрыв сверхтонкого провода обмотки.

На ОУ DA1.1, DA1.2 и полевых транзисторах VT1, VT2 собраны два стабилизатора тока 1 мА. Их идентичность обеспечена подачей образцового напряжения от общего делителя R1R2 и равенством сопротивлений резисторов обратной связи R3 и R4. Ток верхнего по схеме стабилизатора течет через датчик RK1 и два соединительных провода, подключенных к контактам 1 и 3 разъема X1, ток нижнего — через образцовое сопротивление (резистор R5) и также два провода, подключенных к контактам 2 и 3. Так как результатом измерения служит разность напряжений на истоках транзисторов VT1 и VT2, равные падения напряжения на проводах и контактах разъема при вычитании взаимно уничтожаются.

Номинал резистора R5 немного меньше сопротивления датчика RK1 при минимальной измеряемой температуре, поэтому ей соответствует почти нулевой выходной сигнал преобразователя. Если использован датчик с заметно отличающимся от 1850 Ом сопротивлением при комнатной температуре, необходимо по приведенной выше формуле вычислить его сопротивление при температуре нижней границы интервала измерения (например, −50 °С) и взять в качестве номинала R5 ближайшее меньшее значение из ряда Е24. По этому ряду выпускают резисторы с допустимым отклонением не более ±5 %, однако применять нужно прецизионный, например, С2-29В, с допуском ±1 % и менее, только такой резистор обеспечит минимальное влияние изменений температуры в месте установки прибора на его показания.

*(Продолжение следует)*

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

# АВТОМАТ УПРАВЛЕНИЯ СТИРАЛЬНОЙ МАШИНОЙ

*Е. ЗУЕВ, с. Денятино Владимирской обл.*

***Читателям предлагается усовершенствованный вариант ранее опубликованного устройства (Сергеенко С. Автомат управления стиральной машиной активаторного типа. — Радио, 1997, № 6, с. 37). При сохранении функций прототипа число микросхем сокращено до двух, меньше стало и других элементов.***

Схема автомата изображена на **рис. 1**. Электродвигатель М1, пускозащитное реле КК1 и реле времени КТ1 — элементы стиральной машины. Устанавливая в нее автомат, следует перерезать имевшиеся ранее соединения в отмеченных на схеме крестами местах. В результате доработки двигателем М1 управляют два вновь установленных реле — К1 и К2.

Срабатывание реле К1, по существу, восстанавливает исходные соединения, поэтому вал двигателя М1 будет вращаться в том же направлении, что и до установки автомата. При отпущенном реле К1 и сработавшем К2 направление вращения станет противоположным в результате изменения полярности подключения пусковой обмотки ПО двигателя М1 к сети. Обратите внимание, контактные группы К1.2 и К2.2 соединены таким образом, что как при несработавших реле, так и при их одновременном случайном или вызванном неисправностью срабатывании двигатель М1 от сети отключен.

Цепи обмоток реле К1 и К2 питает сетевое напряжение, выпрямленное диодным мостом VD1. Выходное напряжение стабилизатора R3VD2 (4,7 В) предназначено для микросхем DD1 и DD2. Конденсаторы С2 и С3 — сглаживающие. Диоды VD5, VD6 подавляют выбросы напряжения самоиндукции, возникающие на обмотках реле К1 и К2 в моменты закрывания транзисторов VT1, VT2, защищая транзисторы от пробоя.

Пока питание включено, внутренний генератор микросхемы DD1 работает непрерывно, генерируя импульсы частотой 1024 Гц. Подключение управляющих входов МО1—МО5 микросхемы DD1 соответствует коэффициенту деления частоты 122880, и период повторения импульсов на ее выводах 9 и 10 равен 122880/1024=120 с. Взаимно инверсные сигналы с этих выводов, имеющие равную длительность импульсов и пауз между ними, поступают на два идентичных узла управления реле К1 и К2, заставляя таким образом двигатель М1 каждую минуту изменять направление вращения.

Рассмотрим работу одного из узлов управления. Сигнал, поступающий на его вход, дважды инвертируют элементы DD2.1 и DD2.3. Таким образом, при лог. 0 на выводе 9 микросхемы DD1 транзистор VT1 закрыт и якорь реле К1 отпущен, при лог. 1 транзистор открыт, реле сработало. Однако переход между этими состояниями происходит с разной скоростью. В первом случае конденсатор С4 быстро заряжается через диод VD3, поэтому паузы между установкой лог. 0 на входе элемента DD2.1 и отпусканием реле К1 почти нет. Во втором случае заряженный конденсатор С4 медленно разряжается через резистор R4, реле К1 срабатывает приблизительно через 10 с после установки лог. 1 на выводе 9 микросхемы DD1.

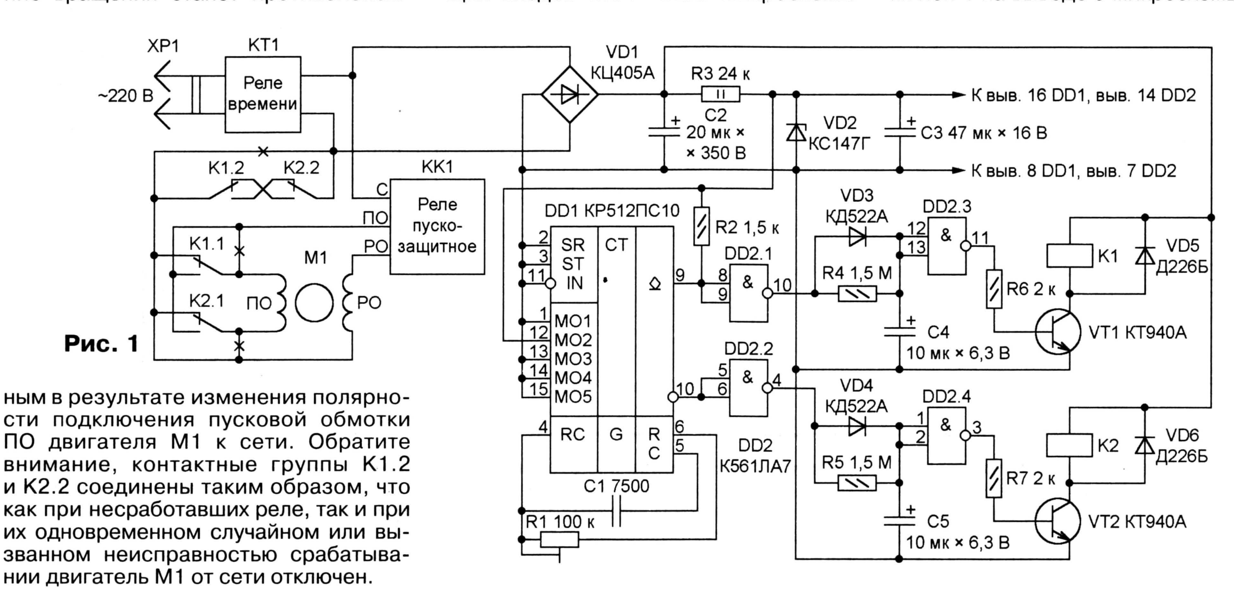
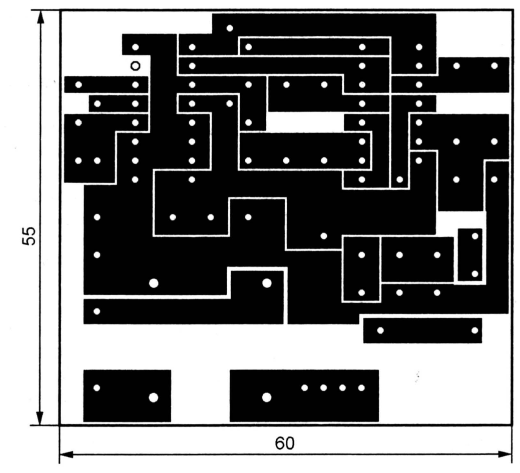



Рис. 1



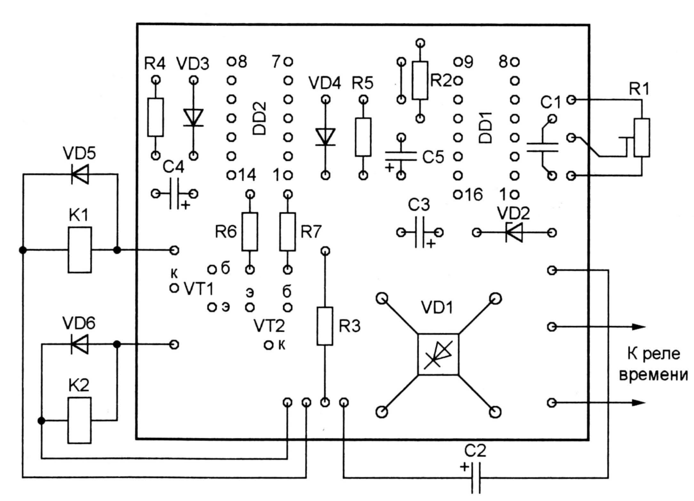




Рис. 2

E-mail: dom@radio.ru тел. 208-28-38

Задержка необходима, чтобы вал двигателя М1 перед сменой направления вращения успел полностью остановиться.

Второй узел управления (элементы DD2.2, DD2.4, транзистор VT2) работает аналогично, но со сдвигом по времени на половину цикла. Полный цикл (50 с — вращение в одну сторону, 10 с — пауза, 50 с — вращение в противоположную сторону, 10 с — еще одна пауза) повторяется, пока реле времени КТ1 не отключит стиральную машину от сети.

Почти все детали автомата смонтированы на печатной плате размерами 55×60 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита (**рис. 2**). Она изготовлена методом прорезания фольги резаком. Так как питание прибора бестрансформаторное, он должен быть хорошо изолирован от корпуса стиральной машины и защищен от случайного прикосновения. Для этого плату желательно поместить в пластмассовый корпус, установленный вместе с реле К1, К2 внутри машины.

Микросхему DD2 К561ЛА7 можно заменить на К561ЛЕ5. Диоды VD3 и VD4 — на любые из серий КД522 или КД521, VD5 и VD6 — на КД208Г или КД105Б, диодный мост VD1 — на КЦ405В, КЦ405Ж либо собрать его из диодов КД105Б. Вместо транзисторов КТ940А подойдут КТ604Б, КТ605Б. Конденсатор С1 — слюдяной К31-11-3 с допуском ±5 %. Оксидные конденсаторы С2 — К50-3А, С3 — К50-16 или К50-35, С4 и С5 — К53-4 или К53-14. Реле К1, К2 — РП21-003-220 или РП21-004-220. Пригодны и другие реле с рабочим напряжением обмотки 220 В, имеющие не менее двух групп переключающих контактов, способных коммутировать переменное напряжение 220 В при токе не менее 1 А, например, МКУ48-С (паспорта РА4.500.236, РА4.501.148, РА4.509.110).

При первом включении автомата необходимо установить подстроечным резистором R1 требуемую продолжительность цикла. Для указанной на схеме емкости конденсатора С1 положение движка этого резистора должно соответствовать введенному сопротивлению приблизительно 65 кОм. После регулировки движок надежно фиксируют, например, каплей краски. Еще лучше заменить подстроечный резистор постоянным нужного номинала. Если между очередными включениями двигатель стиральной машины не успевает остановиться полностью или слишком долго не начинает вращаться, длительность пауз можно изменить, подобрав элементы цепей R4C4 и R5C5. ■

# СЧЕТЧИК СБМ-20 В ПРОДУКТОВОМ ДОЗИМЕТРЕ

***Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва***

В продуктовом дозиметре (см. статью "Продуктовый дозиметр" в "Радио", 2000, № 4, с. 30, 31; № 5, с. 40—42) используется слюдяной счетчик Гейгера высокой чувствительности СБТ-10, имеющий большое плоское "окно", которое можно почти вплотную приблизить к поверхности контролируемого продукта. Однако сегодня этот счетчик радиолюбителю практически недоступен из-за возросшей цены.

Другой, самый распространенный у нас счетчик — СБМ-20 — представляет собой цилиндр из очень тонкой (0,05...0,07 мм) нержавеющей стали. Воспринимающий ионизирующее излучение всей своей поверхностью, он также может служить датчиком продуктового дозиметра, если в конструкции продуктовой кюветы будет учтена форма этого счетчика. Также нужно учесть и его относительно невысокую радиационную чувствительность.

Продуктовую кювету изготавливают в виде открытой коробки кубической формы, имеющей внутреннее пространство 60×60×60 мм. В кювету вклеивают счетчик СБМ-20 так, чтобы он занял в ней центральное положение (**рис. 1**). Поскольку здесь счетчик входит в непосредственный контакт с контролируемым продуктом, то по окончании измерения его поверхность должна быть тщательно промыта. Это необходимо сделать не только потому, что оставшаяся радиоактивность внесет погрешность в следующее измерение, но и потому, что даже самый тонкий остаточный слой этого продукта образует на поверхности счетчика дополнительный фильтр, что скажется на его радиационной чувствительности.

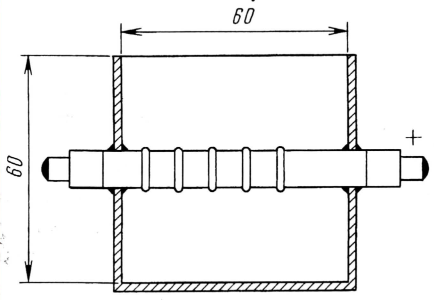



**Рис. 1**

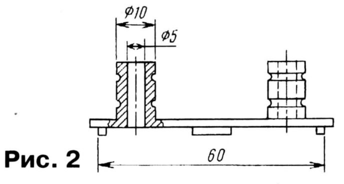



**Рис. 2**

Для промывки на кювету устанавливают крышку со штуцерами (**рис. 2**), которую скрепляют с кюветой несколькими резиновыми кольцами. Один из штуцеров через резиновый шланг подключают к крану с горячей или холодной водой, другой — выпускной — оставляют у стока. После промывки кювету сушат, а с анодного изолятора счетчика удаляют возможные следы влаги. Крышка может использоваться и при измерениях — жидкому продукту она не позволит перелиться через край.

Кювету можно склеить из листового ударопрочного полистирола толщиной 2...2,5 мм. Клей — кусочки того же полистирола, которые растворяют в дихлорэтане или в каком-либо другом подходящем растворителе. Клей, фиксирующий сам счетчик, должен быть лишь водостойким. Штуцеры могут быть полистироловыми (тогда их приклеивают) или металлическими. Удобны трубки от осветительной аппаратуры, имеющие резьбу М10×1. Для них в крышке делают отверстия с соответствующей резьбой. Во избежание протечки воды при промывке кюветы между ней и крышкой можно поместить резиновую прокладку.

Для платы измерительной головки, которая монтировалась вместе со счетчиком (см. статью), нужно изготовить отдельный корпус. К измерительной головке продуктового дозиметра счетчик подключают двумя разноцветными (чтобы не ошибиться в полярности) проводниками длиной 10...15 см, имеющими на конце накидные колпачки, подобные тем, которые когда-то использовали в ламповой технике для подключения баллонных выводов (примерно такого же размера и выводы у СБМ-20: ∅6,5×6,5 мм).

Процедура калибровки продуктового дозиметра с таким датчиком не отличается от описанной. Нужно сделать не менее десяти измерений с пустой кюветой (контроль радиационного фона) и столько же с кюветой, заполненной образцовым излучателем.

В прямом эксперименте было получено: радиационный фон —

$N_ф \pm \Delta N_ф = 520 \pm 17$,

где $N_ф$ — число импульсов, набранных за 31 мин 39 с (это, напомним, экспозиция в продуктовом дозиметре), $\Delta N_ф$ — среднее квадратичное отклонение от $N_ф$. То же, но с кюветой, наполненной бромистым калием (его естественная радиоактивность $C_{KBr}$ = 9700 Бк/кг): $N_{KBr} \pm \Delta N_{KBr} = 8290 \pm 70$.

Определим радиационную чувствительность продуктового дозиметра с таким датчиком:

$K = C_{KBr}/(N_{KBr} - N_ф) = 9700/(829 — 520) = 1,25$ Бк/кг·имп.

Отсюда точность измерения фоновых величин: $K\Delta N_ф = 1,25 \cdot 17 = 21$ Бк/кг. Соответственно, точность измерений, оцениваемая по разности двух таких величин ([фон+продукт] – [фон]), будет не хуже $2K\Delta N_ф = 42$ Бк/кг. У СБТ-10, напомним, $2K\Delta N_ф = 40$ Бк/кг.

Иными словами, по способности обнаруживать радиационные загрязнения (жесткое β и γ) счетчик СБМ-20, погруженный в продукт, практически не уступает счетчику СБТ-10, расположенному над его поверхностью. ■



E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38
РАДИО № 4, 2003

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38



# ИНДИКАТОР ПРОПАДАНИЯ ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

*И. КОРОТКОВ, пос. Буча Киевской обл., Украина*

***Хорошо известно, как опасно для трехфазного электродвигателя пропадание напряжения в одной из фаз. Только опытному специалисту по силам своевременно заметить это по изменению звука, так как двигатель зачастую продолжает работать, но быстро перегревается и сгорает. На производстве применяют специальные защитные устройства, автоматически отключающие двигатель при пропадании фазного напряжения. Однако для бытового применения подобные приборы неоправданно дороги. Предотвратить аварию поможет предлагаемый индикатор, сигнализирующий о неисправности не только световым, но и звуковым сигналом.***

Простейшими индикаторами исправности трехфазной сети могут служить неоновые лампы, подключенные через гасящие резисторы между каждым фазным проводом и нейтралью. Так как внимание человека поглощено, как правило, выполняемой работой, погасшую лампу он может вовремя и не заметить. Для привлечения внимания к нештатной ситуации необходим звуковой сигнал. К тому же неоновые лампы иногда произвольно мигают, поэтому для сигнализации лучше применить светодиоды.

Схема разработанного индикатора представлена на **рис. 1**. Наличие напряжения в каждой из фаз контролируют с помощью трех одинаковых детекторов. Например, детектор фазы А состоит из диода VD1, резистивного делителя R3R7, сглаживающего конденсатора С4 и ограничивающего выпрямленное напряжение стабилитрона VD9. При исправной фазе уровень напряжения на выходе детектора соответствует лог. 1, при неисправной — лог. 0.

При полностью исправной сети лог. 1 присутствуют на всех входах элемента DD2.2 и лог. 0 на его выходе блокирует работу тонального генератора на микросхеме DD1. Элементы DD2.1 и DD2.3 управляют светодиодами HL1 и HL2, свечение которых свидетельствует о наличии напряжения

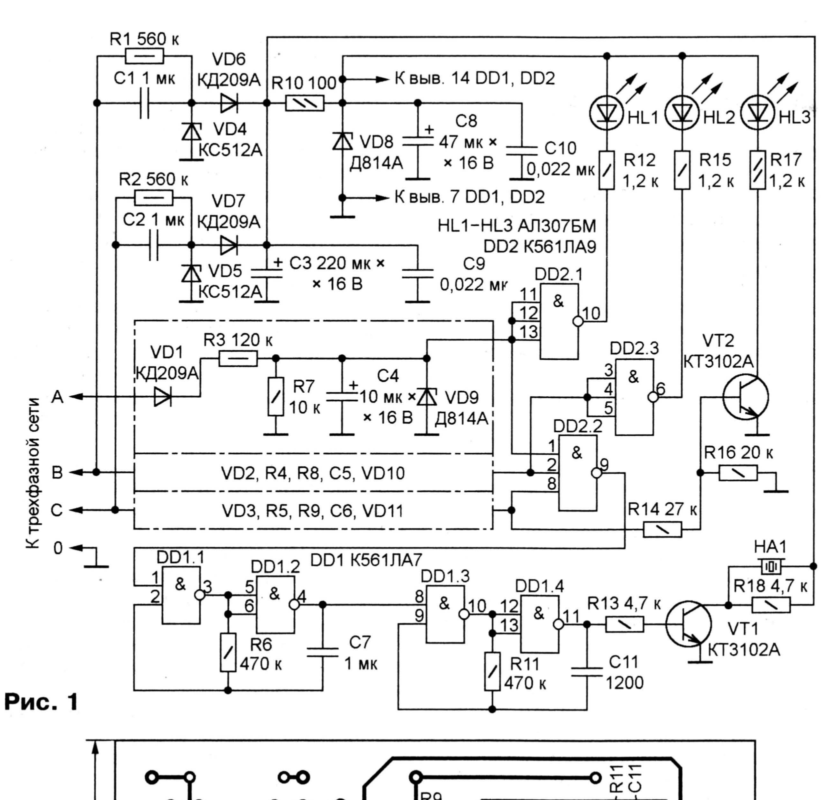
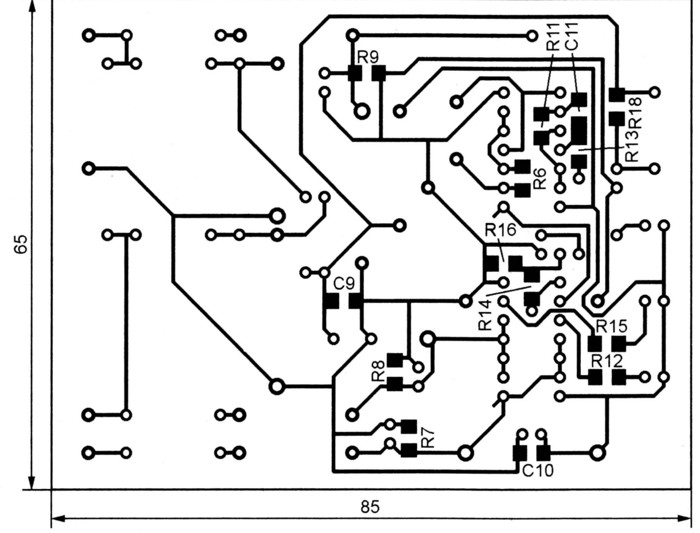


Рис. 1



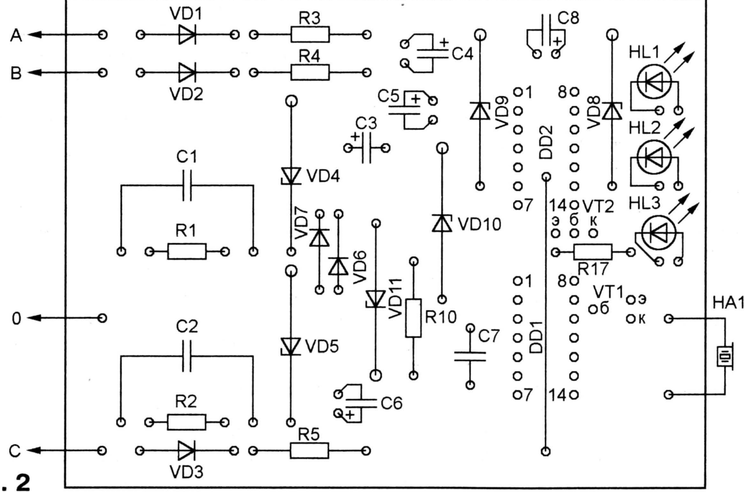



Рис. 2

соответственно в фазах A и B. Индикатором фазы C — светодиодом HL3 — управляет ключ на транзисторе VT2. Так сделано, чтобы не добавлять в устройство еще одну микросхему.

В случае неисправности одной из фаз погаснет соответствующий светодиод, лог. 0 на выходе элемента DD2.2 сменится на лог. 1 и генератор на элементах DD1.1, DD1.2 начнет вырабатывать импульсы частотой 2...3 Гц, которые будут периодически включать генератор звуковой частоты на элементах DD1.3, DD1.4. В результате из пьезокерамического излучателя HA1 будет слышен прерывистый звуковой сигнал.

Индикатор питают два идентичных выпрямителя (C1, R1, VD4 и C2, R2, VD5), входы которых подключены к разным фазам сети, в данном случае — B и C. Благодаря диодам VD6 и VD7 устройство фактически питает тот из выпрямителей, выходное напряжение которого немного больше. А при неисправности одной из фаз питание продолжается от другой, индикатор сохраняет работоспособность. Напряжение питания микросхем дополнительно стабилизировано с помощью стабилитрона VD8.

Индикатор собран на печатной плате, показанной на **рис. 2**. Резисторы R1—R5 —МЛТ-0,5. Менее мощные здесь применять не рекомендуется по соображениям электробезопасности. Резисторы R10 и R17 — МЛТ-0,125, остальные — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа (ПМ). Оксидные конденсаторы — К50-35 или им подобные на напряжение не менее 16 В. Конденсаторы C1, C2 — К73-17 на напряжение не менее 250 В, C7 — К10-17, все другие — керамические типоразмера 1206 для ПМ. Все элементы для ПМ (резисторы и конденсаторы) монтируют со стороны печатных проводников, припаивая непосредственно к контактным площадкам.

Вместо микросхем серии К561 можно устанавливать (без изменений в схеме) их функциональные аналоги из серии К176 или импортных микросхем структуры КМОП. Транзисторы КТ3102А можно заменить другими той же серии или серий КТ315, КТ3117. В качестве стабилитронов VD8—VD11 подойдут любые с напряжением стабилизации 7...9 В (например, КС175А, Д818 с любым индексом), однако у VD8 оно не должно быть меньше, чем у VD9—VD11. Стабилитроны VD4, VD5 заменяют другими на напряжение 10...15 В, например, КС515А. Диоды КД209А можно заменить на КД105Б или КД102Б. В качестве светодиодов HL1—HL3 пригодны любые, желательно повышенной яркости. HA1 — пьезокерамический излучатель звука ЗП-1 или аналогичный.

Правильно собранный индикатор в налаживании не нуждается и начинает работать сразу после включения. При необходимости можно изменить частоту звукового сигнала, подобрав номинал резистора R11 или конденсатора C11. ■



E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

# МОТОЦИКЛЕТНЫЙ ОХРАННЫЙ СИГНАЛИЗАТОР

***А. МАРТЕМЬЯНОВ, г. Северск Томской обл.***

***Проблеме охраны транспортного средства, в частности мотоцикла, журнал посвятил немало публикаций. В публикуемой статье автор делится своими соображениями о том, как повысить эксплуатационные качества мотосторожа.***

Одной из наиболее удачных конструкций мотосторожа, мне кажется, следует признать устройство М. Чуруксаева [1]. Оно стало своеобразным образцом для последующих разработок других авторов (например, В. Банникова [2]).

Несмотря на то что и в [1], и в [2] для воспроизведения сигнала тревоги использована динамическая головка прямого излучения, во многих случаях оказывается удобнее применить имеющийся на машине звуковой сигнал. Учитывая ограниченные возможности мотоциклетной аккумуляторной батареи, для повышения экономичности сторожа, но не в ущерб надежности охраны, необходимо исключить ложные срабатывания. Этому вопросу в указанных работах внимания уделено, на мой взгляд, недостаточно.

Известно, что четко отделить сигналы датчика, вызванные человеческим фактором (не говоря уже о том, присутствует ли при этом злой умысел), от прочих, возникающих от воздействия проезжающего мимо транспорта, ветра и т. п., не представляется возможным. Поэтому желательно исключить срабатывание сторожа от коротких пачек импульсов датчика (по крайней мере, длительностью менее 1 с), а тем более от одиночных импульсов. Иначе говоря, подключение выхода усилителя сигналов датчика вибрации непосредственно к входу триггера охранного устройства следует признать недостатком.

С учетом сказанного выше, конструкция [1] была переработана. Музыкальный синтезатор и усилитель звуковой частоты заменены обычным реле звукового сигнала. Приняты меры по снижению вероятности ложных срабатываний. Паразитная акустико-механическая обратная связь между датчиком и звуковым сигналом исключена безрелейным методом — на время сигнала тревоги электронный узел блокирует прохождение импульсов датчика вибрации на вход сторожа, после чего с некоторой задержкой блокировка снимается. Предусмотрены контактные датчики, повышающие общую надежность охраны.

Принципиальная схема сторожа показана на **рис. 1**. Электронный узел собран всего на одной микросхеме, но тем не менее содержит все необходимые для подобного рода устройств функциональные составляющие: триггер, таймер, генератор.

Роль триггера и таймера играет одновибратор, выполненный на триггерах Шмитта DD1.2 и DD1.3. Цепь C3R4 определяет длительность импульса высокого уровня на выходе одновибратора, что соответствует продолжительности звучания сигнала тревоги (при указанных на схеме номиналах примерно 23...25 с).

На триггере Шмитта DD1.4 и частотозадающей цепи C6R5 собран генератор на частоту около 0,7 Гц. С этой частотой периодически включается реле сигнала K1 — нагрузка усилителя тока на транзисторе VT1.

DD1 КР1561ТЛ1; VT1 КТ686Б; VD1, VD2 КД208А; HL1 АЛ307АМ.

**Рис. 1**

Триггер Шмитта DD1.1 обеспечивает нечувствительность сторожа к импульсам датчика на время звучания сигнала тревоги, а также и после его окончания на время, определяемое цепью R3C2. Это исключает повторное срабатывание сторожа под воздействием затухающих колебаний рамы мотоцикла и собственно пьезоэлемента датчика, вызванных акустомеханическим воздействием звукового сигнала.

Цепь R1R2C1 согласует датчик вибрации с электронным узлом сторожа. Этот датчик, разработанный Ю. Виноградовым [3], кроме М. Чуруксаева и В. Банникова, тоже без изменения применил и В. Прямушко [4] в своем автосторожe. Датчик хорош тем, что не только работоспособен практически в любом положении, но к тому же прост в изготовлении и дешев.

Тем не менее мне пришлось провести ряд экспериментов с преобразователем механических колебаний в электрические (с пьезоэлементом BQ1 и его крепежными деталями) с целью увеличения чувствительности и надежности при работе сторожа на мототранспорте. Для борьбы с ложными срабатываниями Ю. Виноградов предложил использовать анализатор на счетчике импульсов. С предлагаемым мною преобразователем лучше работает простейшая интегрирующая цепь R2C1 с шунтирующим резистором R1. Она учитывает не только частоту снимаемых импульсов, но и их длительность, а также амплитуду.

Поскольку конденсатор C1 заряжается через резистор R2, а разряжается через суммарное сопротивление резисторов R1 и R2, время его зарядки и разрядки неодинаково. Нетрудно заметить, что изменением соотношения номиналов резисторов R1 и R2 можно исключить влияние на работу мотосторожа не только единичных, никоим образом взаимно не связанных импульсов, но и пачек (и даже непрерывных колебаний).

Это весьма полезное свойство, например, для защиты от колебаний, вызванных сильным дождем (при соответствующей чувствительности детектора). Как отмечалось, при значительной интенсивности вибрации на выходе датчика устанавливаются прямоугольные колебания с более или менее определенной частотой, скважностью, близкой к двум, и амплитудой, равной напряжению питания. Цепь R1R2C1 определяет задержку включения сигнала тревоги, которую желательно выбирать не менее 1 с.

Цепь R1R2C1 пригодна для работы и с другими датчиками вибрации. Необходимо только соответствующим образом подобрать номиналы ее деталей. Мотосторож срабатывает при напряжении на конденсаторе C1, превышающем верхний порог переключения триггера Шмитта DD1.1. Применение в стороже триггеров Шмитта повышает четкость переключения в условиях относительно медленно меняющегося входного напряжения.

Реле K2, управляемое контактными датчиками SF1, SF2, работает в устройстве дополнительной защиты мотоцикла. Оно может оказаться полезным, когда вышел из строя датчик вибрации (либо его применение затруднено, например, погодными условиями) или электронный узел, а также, если мотоцикл находится вне пределов видимости (в лесу, в гараже неподалеку от дома).

Дело в том, что довольно скоро слух уже четко фиксирует на фоне шума однократное включение тревоги (можно даже сосчитать число включений сигнала — 17—18 при указанных на схеме номиналах цепи R4C3). Такой сигнал явно свидетельствует о срабатывании датчика вибрации, но не позволяет однозначно судить о его причине. Если же зазвучавший сигнал вдруг неожиданно прервался, это должно вызвать законное беспокойство. Может и так случиться, что ваш мотоцикл ударил другое транспортное средство. Тогда контактные датчики не выключат сигнал, пока вы не вмешаетесь.



E-mail: car@radio.ru тел. 207-88-18

В качестве контактных датчиков (их может быть несколько, включенных параллельно) подойдут как кнопочные выключатели, так и замкнутые герконы. На схеме представлены оба варианта. В режиме охраны замкнутые контакты выключателя SF1 и геркона SF2 должны быть разомкнуты, реле K2 при этом обесточено и его контакты также разомкнуты.

Кнопка SF1 может быть, например, установлена под седлом (где обычно находятся инструменты) таким образом, чтобы зафиксированное защелкой на своем месте седло нажимало на кнопку и размыкало контакты. При попытке его снять контакты замкнутся.

Геркон можно установить внутри рамной трубы, в которой на подшипниках вращается ось вилки переднего колеса (этот вариант, правда, требует разборки рулевого узла с демонтажом верхнего подшипника). Геркон крепят через немагнитную прокладку к внутренней стенке трубы рамы, а на валу вилки напротив геркона через такую же прокладку устанавливают магнит с таким расчетом, чтобы срабатывание (размыкание) геркона происходило при повороте руля от одного из крайних положений примерно на четверть полного угла его вращения. В этом случае при попытке угнать мотоцикл, снять колесо и т. п. произойдет замыкание геркона.

Для того чтобы облегчить владельцу установку руля в необходимое положение, служит светодиод HL1. После срабатывания устройства сигнал тревоги звучит независимо от дальнейшего состояния геркона, а светодиод в режиме охраны обесточен.

Устройство некритично к выбору деталей. Температурные условия эксплуатации мотоцикла допускают применение оксидных конденсаторов во времязадающих цепях (использованы миниатюрные импортные ELNA). Реле K1 — малогабаритное импортное HG4123/012-1c, что позволило смонтировать его на плате. Вместо него подойдут широко распространенные автомобильные реле, но придется устанавливать реле рядом с сигналом. Реле K2 — любое малогабаритное с соответствующим напряжением срабатывания (например, РЭС49, паспорт РС4.569.421-02).

Кнопка SF1 должна выдерживать большие механические нагрузки — подойдут автомобильные выключатели освещения салона, устанавливаемые на дверях, или выключатель из серии КР (кнопочный разрыватель). Геркон использован с переключающими контактами (неиспользуемый вывод оставить свободным).

Плату с деталями электронного узла помещают в прочную металлическую коробку—экран.

Датчик состоит из преобразователя вибрации, основой которого служит пьезоэлемент от звукоизлучателя ЗП-18, и усилителя—формирователя, собранного на ОУ DA1 и транзисторе VT1 (см. схему на **рис. 2**, заимствованную из [3]).

Пьезоэлемент на латунной пластине извлекают из корпуса звукоизлучателя и припаивают к ней две стойки из стальной упругой проволоки диаметром 0,5...0,7 мм, как показано на **рис. 3**. Одну стойку припаивают к краю пластины, а другую — к проводящему покрытию пьезоэлемента также вблизи его края. Припаянные стойки должны быть параллельны одна другой.

Чтобы не повредить пьезоэлемент при пайке, желательно использовать возможно более легкоплавкий припой и соответственно уменьшить температуру нагревания паяльного стержня. Не следует стремиться к минимальной площади паяного контакта на пьезоэлементе — при эксплуатации пайка может отслоиться. Оптимальная площадь — около 3×4 мм. Расстояние между стойками — 9,5...10 мм.

На дальнем от стоек конце получившейся консоли на край латунной пластины со стороны, противоположной пьезоэлементу, напаивают дополнительный груз из припоя. Добавляя или убавляя массу груза, легко регулировать чувствительность преобразователя.

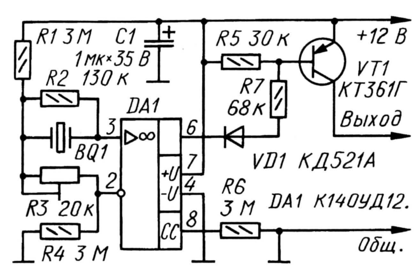



**Рис. 2**

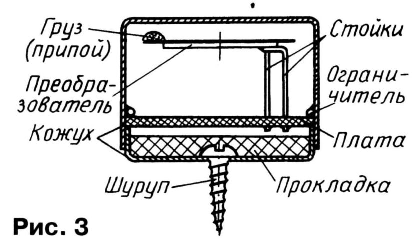


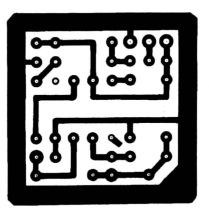

**Рис. 3**

Свободные концы стоек преобразователя облуживают и впаивают в плату при окончательной сборке датчика. Плату изготовляют из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы представлен на **рис. 4**. Плату помещают в кожух—экран, спаянный из жести, который самонарезающим шурупом крепят к корпусу мотоцикла. Преобразователь BQ1 не должен при работе касаться стенок кожуха.

Габариты датчика — 25×25×18 мм. Его подключают к электронному узлу тремя проводниками в надежной изоляции.

Конденсатор C1 в датчике — К53-19 — блокировочный в цепи питания. Плата рассчитана на установку транзистора КТ361Г, однако лучшие результаты были получены с импортным транзистором 2SA881R с аналогичной цоколевкой. Подстроечный резистор R2 — СП3-19а.

При налаживании сторожа уточняют желаемые временные выдержки подборкой номиналов RC-цепей. Подгонку параметров цепи R1R2C1 удобней производить непосредственно на мотоцикле. Для этого резистор R2 заменяют подстроечным, вместо резистора R1 припаивают другой, сопротивлением 1...2 кОм (для ограничения коллекторного тока транзистора датчика), как показано на **рис. 5**.



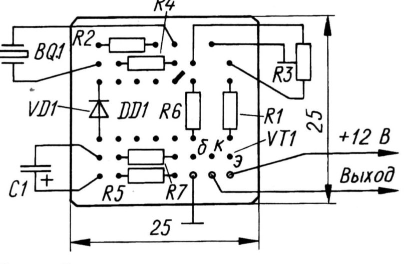



**Рис. 4**

Движок резистора устанавливают в крайнее левое по схеме положение — минимальная чувствительность. Затем пытаются снять с мотоцикла какую-либо легкосъемную деталь (хотя бы пробку бензобака). Срабатывания сторожа не должно произойти. Передвигая поэтапно движок резистора вправо по схеме, добиваются, чтобы снятие детали вызывало четкое срабатывание сторожа. Манипуляции при снятии детали должны быть по возможности одинаковыми. После каждого воздействия на датчик необходимо выдержать некоторую паузу для разрядки конденсатора C1.

Найдя требуемое положение движка резистора R2, измеряют сопротивление получившихся плеч делителя и заменяют их постоянными резисторами.

Перед установкой сторожа в дежурный режим устанавливают руль мотоцикла в положение, при котором светодиод HL1 погаснет, и включают питание тумблером SA1.

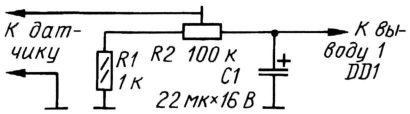



**Рис. 5**

В заключение следует отметить, что надежность охраны во многом зависит от скрытности и недоступности ( в разумном временном интервале) элементов, ее обеспечивающих. Поэтому желательно для аккумуляторной батареи предусмотреть крепкий металлический хорошо запираемый ящик, звуковой сигнал защитить кожухом, а соответствующую проводку уложить в раме мотоцикла. Практическая реализация этих мер может быть различной в зависимости от типа транспортного средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чуруксаев М.** Электронный "сторож" для мотоцикла. — Радио, 1998, № 11, с. 54, 55.

2. **Банников В.** Сторожевое устройство. — Радио, 2001, № 4, с. 44, 45.

3. **Виноградов Ю.** Датчик вибрации для охранного устройства. — Радио, 1994, № 12, с. 38, 39.

4. **Прямушко В.** Охранно-сигнальное устройство. — Радио, 1998, № 3, с. 41, 42.

E-mail: car@radio.ru тел. 207-88-18

# НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ



**СОЛОДОВНИК В., ЧЕБАН М. СТАБИЛЬНЫЙ ТЕРМОРЕГУЛЯТОР. — РАДИО, 2002, № 2, с. 33.**

**Печатная плата.**

Чертеж возможного варианта печатной платы изображен на **рис. 1**. На ней монтируют все детали, кроме светодиода HL1. Плата рассчитана на применение

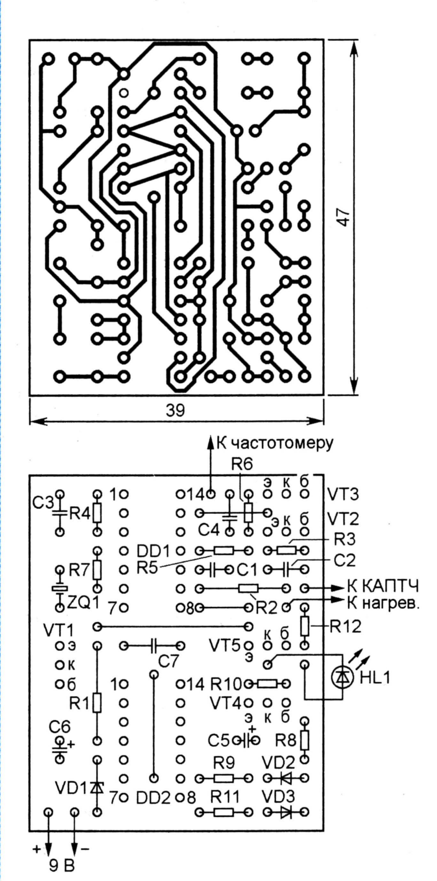



**Рис. 1**

резисторов МЛТ, конденсаторов КД-1 (С3), К50-35 (С5, С6) и КМ (остальные), стабилитрона КС156А в миниатюрном стеклянном корпусе. Не показанный на схеме (рис. 2 в статье) конденсатор С7 (КМ емкостью 0,033...0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхем. Все резисторы, кроме R1, R2, диоды VD2, VD3 и стабилитрон VD1 устанавливают перпендикулярно плате. Проволочные перемычки, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, впаивают до установки деталей.

**КУЛАКОВ В. ТЕЛЕФОННЫЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОММУТАТОР 1×5. — РАДИО, 1999, № 10, с. 30—32.**

**О некоторых деталях коммутатора.**

Синтезатор мелодии НТ3812Н (DD2) заменим его аналогом ВТ66. При необходимости (например, в случае отсутствия такой микросхемы) этот узел вместе с элементами С6, VD8, R5, R6, VT4 можно исключить, работоспособность коммутатора не пострадает (не будет только музыкального сопровождения).

Вместо светодиодов серии КИПД66В (HL1—HL6) допустимо использовать любые другие, надо только при налаживании подобрать резисторы R4, R11—R14, R17 таким образом, чтобы ток через светодиоды не превышал предельно допустимого значения. Стабилитроны BXV55-C30V можно заменить отечественными 2С530А, КС531В.

**ВИНОГРАДОВ Ю. ШИФРАТОР И ДЕШИФРАТОР РАДИОКАНАЛА АВТОСТОРОЖА. — РАДИО, 1994, № 3, с. 30—32.**

**О работе дешифратора.**

Поскольку в этом радиоканале нет ограничения на продолжительность сигнала тревоги, генератор шифратора включается в формирование тревожных шифропакетов до выхода в режим работы на частоте последовательного резонанса кварцевого резонатора (он самовозбуждается как RC-генератор). Переходный процесс заканчивается через время $t_{пп} \approx Q/f_{ZQ1}$, где $f_{ZQ1}$ = 32 768 Гц — резонансная частота ZQ1, а Q — его добротность. Например, если Q = 10 000, то $t_{пп} \approx 10\,000/32\,768 \approx 0{,}3$ с. Это значит, что тревожный шифропакет станет нормальным (с длительностью знакоместа $t_{зн} \approx 1{,}95$ мс) лишь спустя примерно 0,3 с после момента запуска генератора. Только после этого он будет правильно прочитан дешифратором.

Шифратор с выключенным генератором потребляет в дежурном режиме всего 1...2 мкА, что позволяет длительное время питать передающую часть радиоканала от батареи небольшой емкости.

При передаче сигнала тревоги малым числом шифропакетов кварцевый генератор шифратора должен включаться в активную работу после выхода на частоту резонатора. Так, например, как это сделано в шифраторе передатчика, работающего в системе, описанной в статье автора "Радиоэлектронная охрана поселка" ("Радио", 2002, № 5, с. 30—32). Нужная задержка создается здесь цепью R3C1 и примерно равна $0{,}7R3C1 \approx 0{,}7 \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 0{,}68 \cdot 10^{-6} \approx 1{,}4$ с.

**НИКИШИН В. ДРОССЕЛЬНО-КОНДЕНСАТОРНЫЙ БЛОК ЗАЖИГАНИЯ. — РАДИО, 2001, № 9, с. 38, 39.**

**Замена диода КД210Г.**

Диод КД210Г (VD3) выбран из соображений наименьшего падения напряжения на нем при токе около 5 А (это несколько снижает нижний предел напряжения питания блока). Допустимо применение любого другого диода с прямым током до 10 А и малым прямым падением напряжения (например, КД203Б—КД203Д, КД210А—КД210В).

**РЫЧИХИН С. РЕМОНТ ЧАСОВ НА К145ИК1901. — РАДИО, 2002, № 6, с. 37.**

**Как сохранить работоспособность кнопок.**

Для сохранения работоспособности кнопок, соединенных с неисправным выводом микросхемы К145ИК1901, дополнительное устройство следует собрать по схеме, изображенной на **рис. 2**.

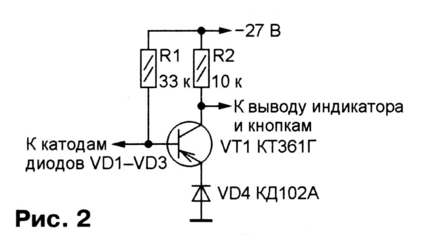



**Рис. 2**

**ЗЕЛЕПУКИН С. МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ МРТ-1. — РАДИО, 2001, № 8, с. 19, 20; № 9, с. 20—22.**

**Замена микросхемы LM324AN.**

Вместо указанного на схеме LM324AN в регуляторе допустимо использовать менее дефицитный счетверенный ОУ LM2902N или даже LM324N, однако для того чтобы последний можно было применить в приборе, необходимо отобрать экземпляр, у которого все четыре ОУ имеют напряжение смещения нуля не более 4 мВ. Измерительная схема изображена на **рис. 3**.

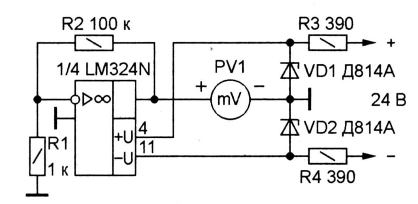



**Рис. 3**

Напряжение смещения в данном случае равно показанию вольтметра, деленному на 101. Практика показала, что напряжение смещения ОУ этой микросхемы обычно не превышает 3...4 мВ, хотя паспортное значение этого параметра — 7...9 мВ.

## *ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ*

***ФЕДУСОВ Г. РЕГУЛИРУЕМЫЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА. — РАДИО, 2002, № 3, с. 32, 33.***

*Стабилитрон VD1 — Д815Е (а не Д817Е, как указано на принципиальной схеме).*

***ШИРЯЕВ И. УСТРОЙСТВО ОХРАНЫ С СИГНАЛИЗАЦИЕЙ ПО ТЕЛЕФОННОЙ ЛИНИИ. — РАДИО, 2001, № 6, с. 36, 37.***

*Микросхема DD1 — К561ЛН2.* ■

E-mail: consult@radio.ru
тел. 207-89-00

# ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ РАЗЪЕМЫ RP-BNC, RP-TNC, RP-SMA ФИРМЫ AMPHENOL



***Тему заделки кабеля в высокочастотные разъемы мы уже затрагивали в нашем журнале (см. статью в № 11 за 2002 год). В этой статье мы продолжаем начатую тему и рассказываем о назначении, параметрах и способах заделки высокочастотных разъемов RP-BNC, RP-TNC и RP-SMA.***



**Рис. 5**

Разъемы RP-BNC, RP-TNC и RP-SMA предназначены для применения в высокочастотных устройствах, где требуется фиксация присоединенных разъемов. Они обеспечивают хорошие частотные характеристики — от постоянного тока до 4 ГГц для RP-BNC, до 11 ГГц для RP-TNC и до 18 ГГц для RP-SMA.

Внешний вид разъемов RP-BNC и RP-TNC показан на **рис. 1** и **2**.

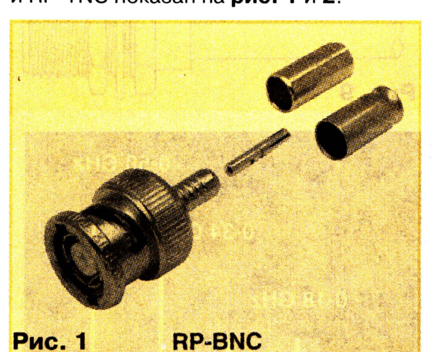


**Рис. 1** **RP-BNC**

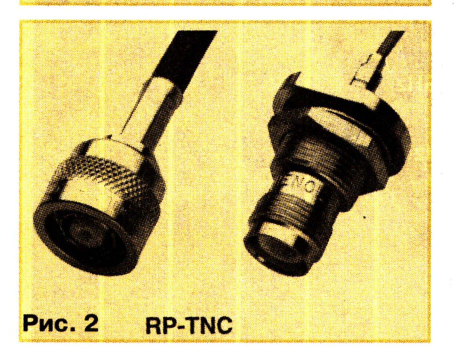


**Рис. 2** **RP-TNC**

### Основные технические характеристики

Волновое сопротивление, Ом . . . . .50
Диапазон частот, ГГц
BNC . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .0...4
TNC . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0...11
Максимально допустимое напряжение, В . . . . . . . . . . . . . . 500
КСВН в диапазоне 0...11 ГГц, не более, для разъемов
прямых . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .1,3
угловых . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,35
Потери на частоте 9 ГГц, дБ . . . . .0,18
Сопротивление изоляции, ГОм . . . . . . .5

Разъемы могут эксплуатироваться при температуре от −65 до +165 °С. Если их применять совместно с аналогичными ответными частями, обеспечивается защита от влаги.

На **рис. 3** показаны составные части разъемов RP-BNC и RP-TNC в варианте для заделки на кабель путем закручивания, без пайки. В **табл. 1** приведены номера этих разъемов и размеры для разделки кабеля. Порядок заделки понятен из **рис. 4**.

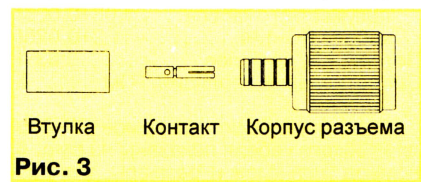



**Рис. 3**

Внешний вид разъемов RP-SMA показан на **рис. 5**.

### Основные технические характеристики

Волновое сопротивление, Ом . . . . . 50
Диапазон частот, ГГц, для кабеля

**Таблица 1**

| Номер по каталогу фирмы Amphenol | Тип разъема | Кабель * RG-/U | Монтажные размеры, мм | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | b | c |
| 31-5677 | RP-TNC штеккер с гнездовым контактом | 58 | 15,1 | 6,4 | 4 |
| 31-5677-1000 | RP-TNC штеккер с гнездовым контактом | 142 | 15,1 | 6,4 | 4 |
| 31-5678 | RP-TNC гнездо с штыревым контактом | 58 | 15,1 | 6,4 | 4 |
| 31-5679 | RP-TNC штеккер с гнездовым контактом | Belden 9913 | 17,5 | 4,8 | 4,8 |
| 31-5680 | RP-TNC угловой штеккер с гнездовым контактом | Belden 9913 | 20,6 | 9,6 | 4,8 |
| 31-5684 | RP-TNC гнездо с штыревым контактом | Belden 9913 | 17,5 | 4,8 | 4,8 |
| 31-5685 | RP-TNC панельное гнездо с штыревым контактом | 178 | 13,5 | 4 | 4 |
| 31-5686 | RP-TNC панельное гнездо с штыревым контактом | 178 | 20,6 | 11,1 | 4 |
| 31-5687 | RP-TNC панельное гнездо с штыревым контактом | 58, 141 | 20,6 | 8,7 | 4 |
| 31-5705 | RP-BNC штеккер | 58, 141 | 15,1 | 6,4 | 4 |

* Полное наименование марки кабеля состоит из букв RG, дефиса, типономинала (числа), косой черты и буквы U, например, RG-58/U.

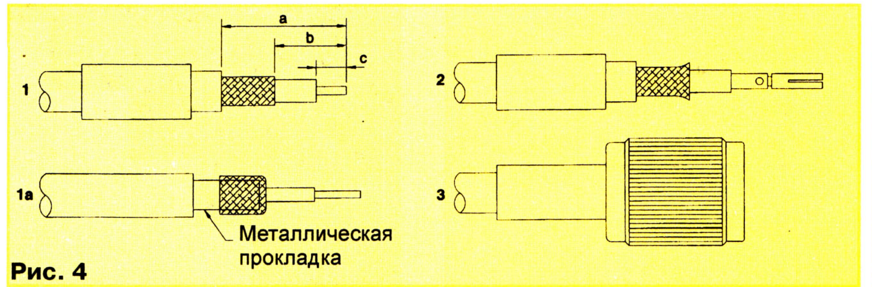



**Рис. 4**

**Таблица 2**

| Номер по каталогу фирмы Amphenol | Тип разъема | Кабель RG-/U | Монтажные размеры, мм | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | b | c |
| 901-9884 | Штекер | 55, 142, 223, 400 | 12,2 | 6,4 | 3,6 |
| 901-9852 | Штекер | 174, 179, 187, 188, 316 | 12,7 | 6,6 | 3,8 |
| 901-9863 | Панельное гнездо | 174, 179, 187, 188, 316 | 15,5 | 8,6 | 2,8 |
| 901-9908 | Угловой штекер | 223 | 12,1 | 6 | 3 |



E-mail: inform@radio.ru
тел. 207-88-18
РАДИО № 4, 2003

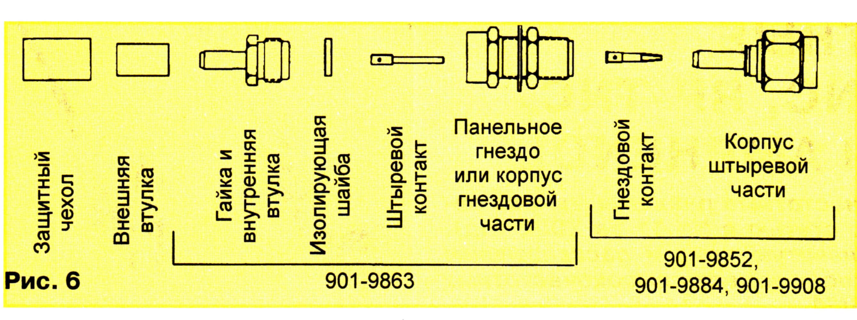



Рис. 6

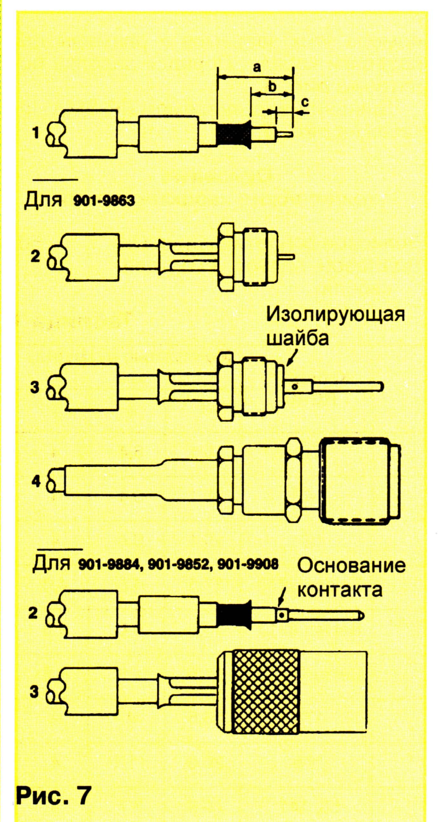



Рис. 7

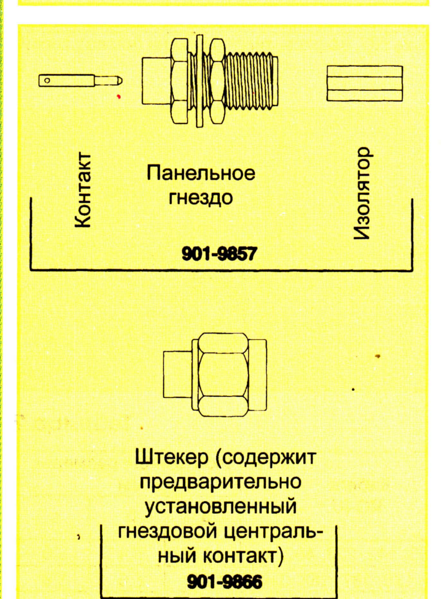



Рис. 8

полужесткого . . . . . . . . . . . . . . . .0...4
гибкого . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .0...11
Максимально допустимое напряжение, В . . . . . . . . . . . . . . .375
КСВН в диапазоне 0...11 ГГц, для
полужесткого кабеля . . . 1,05+0,005f
кабеля RG-174 . . . . . . . . .1,2+0,025f
Потери, дБ, не более . . . . . . . . .0,03$\sqrt{f}$
Сопротивление изоляции, ГОм . . . . . 5

Составные части разъемов RP-SMA для гибкого кабеля показаны на **рис. 6**, номера разъемов и размеры для заделки кабеля — в **табл. 2**, а порядок заделки — на **рис. 7**. Аналогично на **рис. 8** и **9** показаны разъемы RP-SMA в варианте для припаивания полужесткого кабеля. Размер c = 2,3 мм для разъема 901-9866 и 3,2 мм — для 901-9857.

На диаграмме (**рис. 10**) показана применяемость разъемов фирмы Amphenol в разных частотных диапазонах.

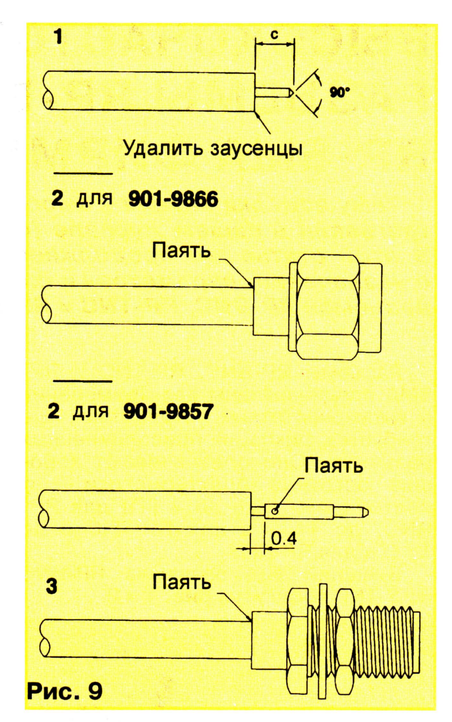



Рис. 9

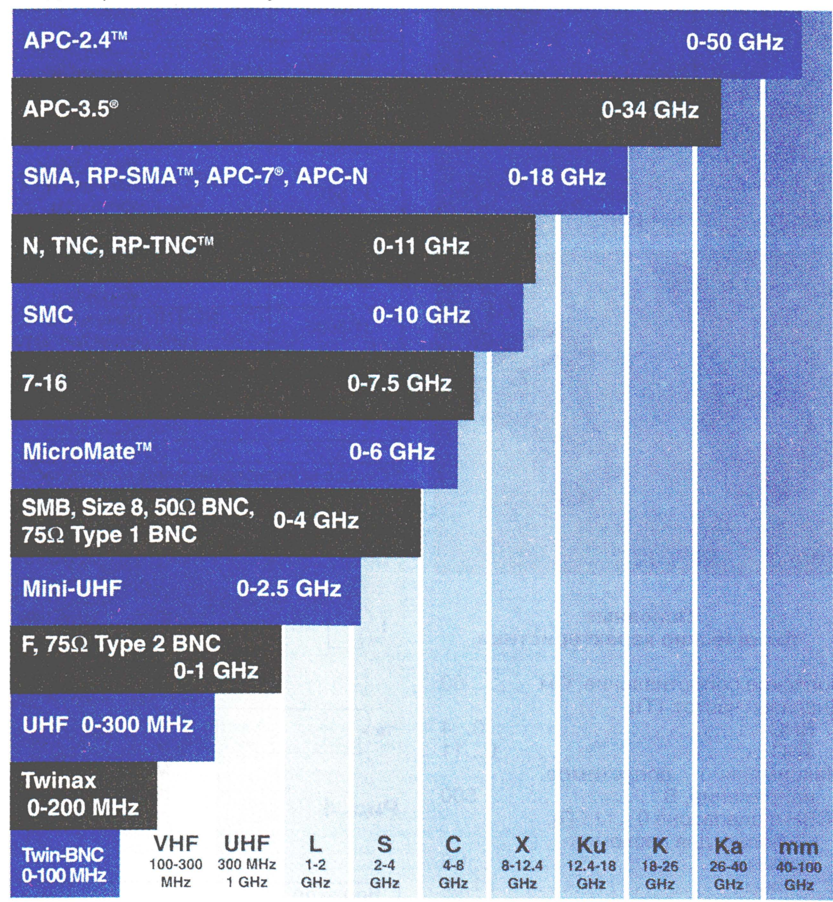


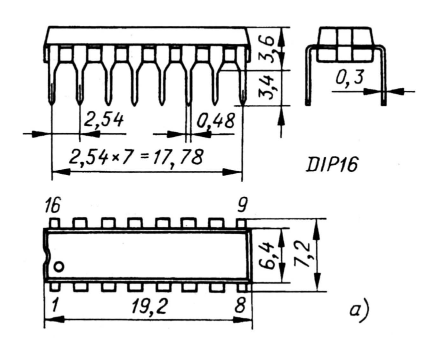

Рис. 10

***При подготовке статьи были использованы каталоги фирмы Amphenol, предоставленные фирмой "Бурый медведь".***

E-mail: inform@radio.ru
тел. 207-88-18

# МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ LM7001 ДЛЯ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ

Микросхемы LM7001J и LM7001JM предназначены для построения частотных синтезаторов с системой ФАПЧ, применяемых в бытовых радиоприемных устройствах. Обе микросхемы идентичны по схеме и параметрам и отличаются лишь конструкцией корпуса — у LM7001J корпус DIP16 для обычного монтажа, у LM7001JM — MFP20 для поверхностного (оба пластмассовые). Чертежи корпусов показаны на **рис. 1,а** и **б**.



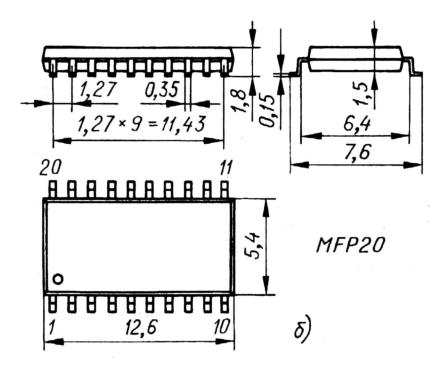




**Рис. 1**

**Таблица 1**

| Номер вывода | Наименов. вывода для | |
|---|---|---|
| | LM7001J | LM7001JM |
| 1 | $X_{out}$ | $X_{out}$ |
| 2 | $X_{in}$ | $X_{in}$ |
| 3 | CE | Свободный |
| 4 | CL | CE |
| 5 | Data | CL |
| 6 | SC | Data |
| 7 | $BS_{out1}$ | SC |
| 8 | $BS_{out2}$ | $BS_{out1}$ |
| 9 | BSont3 | $BS_{out2}$ |
| 10 | $AM_{in}$ | $BS_{out3}$ |
| 11 | $FM_{in}$ | Свободный |
| 12 | $U_{пит1}$ | $AM_{in}$ |
| 13 | $U_{пит2}$ | Свободный |
| 14 | $Pd_1$ | $FM_{in}$ |
| 15 | $Pd_2$ | Свободный |
| 16 | Общ. | $U_{пит1}$ |
| 17 | — | $U_{пит2}$ |
| 18 | — | $Pd_1$ |
| 19 | — | $Pd_2$ |
| 20 | — | Общ. |

Цоколевка микросхем представлена в **табл. 1**. Выводы $X_{out}$ и $X_{in}$ — выход и вход усилителя сигнала образцовой частоты; к этим выводам подключают кварцевый резонатор. CE — вход сигнала разрешения записывания. CL — вход тактовых импульсов записывания. Data — информационный вход. SC — Syncro Control — выход сигнала контрольной частоты 400 кГц. $BS_{out1}$—$BS_{out3}$ — band-switching — выходы управления внешними устройствами (выход $BS_{out1}$, кроме этого, — выход сигнала частоты 8 Гц); с помощью этих сигналов выполняется коммутация диапазонов. $AM_{in}$ и $FM_{in}$ — входы программируемого делителя частоты, иначе говоря, входы сигналов AM и ЧМ. $Pd_1$ и $Pd_2$ — выходы частотно-фазового детектора в режимах FM и AM соответственно.

Функциональная схема прибора изображена на **рис. 2**. Управляющая последовательность битов, поступающая на приемный сдвиговый регистр, определяет значение шага частотной сетки в зависимости от выбранного режима работы микросхемы.

### Основные технические характеристики

Номинальное напряжение питания, В . . . . . . . . . . . . . .4,5...6,5
Входное напряжение высокого уровня, В, по входам CE, CL, Data . . . . . . . . . . . .2,2...6,5
Входное напряжение низкого уровня, В, по входам CE, CL, Data . . . . . . . . . . . . . .0...0,7
Максимально допустимое напряжение, подводимое к выходу SC, В . . . . . . . . . . . . . .6,5
Максимально допустимое напряжение, подводимое к входам $BS_{out1}$—$BS_{out3}$, В . . . . . . .13
Максимально допустимый выходной ток выхода SC, мА . . . . . . . .3
Максимально допустимый входной ток входов $BS_{out1}$—$BS_{out3}$, мА . . . . . . . . . . . . . . .3
Частотный интервал входа $AM_{in}$, МГц . . . . . . . . . . . . . . . .0,5...10
Частотный интервал входа $FM_{in}$, МГц, при шаге частотной сетки
25, 50, 100 кГц . . . . . . . .45...130
1, 5, 9, 10 кГц . . . . . . . . . . . .5...30

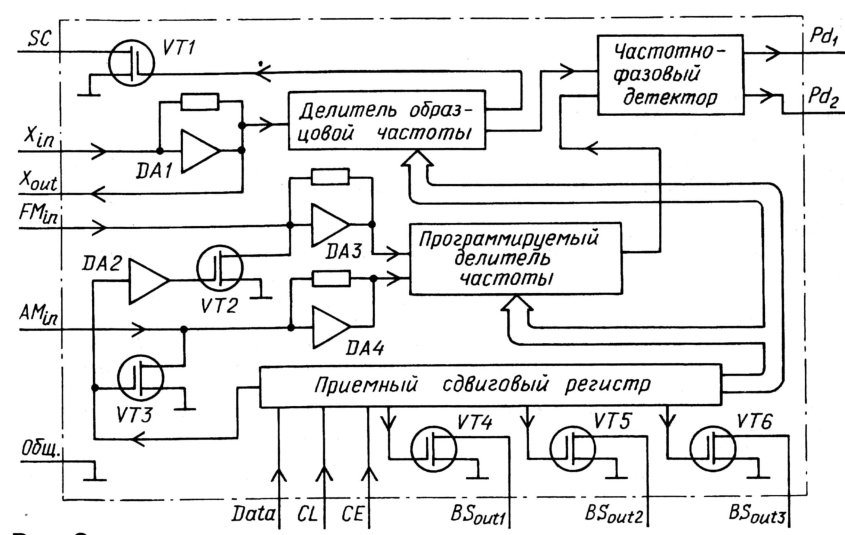



**Рис. 2**

синтезатора, коэффициент деления программируемого делителя частоты, режим его работы и состояние выходов $BS_{out1}$—$BS_{out3}$.

Выходной сигнал генератора, управляемого напряжением (ГУН), поступает на один из входов — $AM_{in}$ или $FM_{in}$. Неиспользуемый вход блокируется во избежание паразитных наводок. Делители частоты уменьшают частоту сигналов образцового генератора и входного сигнала в необходимое число раз — до значения частотного шага сетки. Фазовый детектор сравнивает оба сигнала и формирует сигнал ошибки, уровень которого пропорционален разности фаз между ними. Сигнал ошибки снимают с выходов $Pd_1$ и $Pd_2$

Чувствительность по входам $AM_{in}$ и $FM_{in}$, В(эфф.) . . . . . . .0,1...1,5
Типовое значение входного сопротивления по входам $AM_{in}$ и $FM_{in}$, кОм . . . . . . . . . . . . . .500
Общий потребляемый ток, мА . . . . . .40

Микросхема может работать с семью стандартными значениями шага частотной сетки — 1, 5, 9, 10, 25, 50 или 100 кГц (при частоте образцового генератора 7200 кГц). Управляющая последовательность битов и основные временные параметры представлены на **рис. 3**. Введение информации происходит последовательно, начиная с младшего бита коэффициента деления частоты программируемого



E-mail: inform@radio.ru
тел. 207-88-18

**Таблица 2**

| Состояние управл. битов | | | | Состояние выходов | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B0 | B1 | B2 | TB | $BS_{out1}$ | $BS_{out2}$ | $BS_{out3}$ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | * | * | * |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | ** | * | * |
| *** | 1 | 0 | 1 | ** | 1 | 0 |
| *** | 0 | 1 | 1 | ** | 0 | 1 |
| *** | 1 | 1 | 1 | ** | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | ** | 0 | 0 |

* Логический уровень на этом выходе зависит от состояния битов R0—R2.
** Импульсы частотой 8 Гц.
*** Любое состояние бита.

**Таблица 3**

| Состояние битов | | | Шаг частотной сетки, кГц | Состояние выходов | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R0 | R1 | R2 | | $BS_{out1}$ | $BS_{out2}$ | $BS_{out3}$ |
| 0 | 0 | 0 | 100 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 50 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 25 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 10 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 9 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 |

а) CL, t, t, t, t ≥ 1,5 мкс; Data D0 D1 D2 D3 R1 R2 S; CE
б) Начало передачи D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10 D11 D12 D13 T0 T1 B0 B1 B2 TB R0 R1 R2 S
Коэфф. деления прогр. делителя частоты — Биты управления

**Рис. 3**

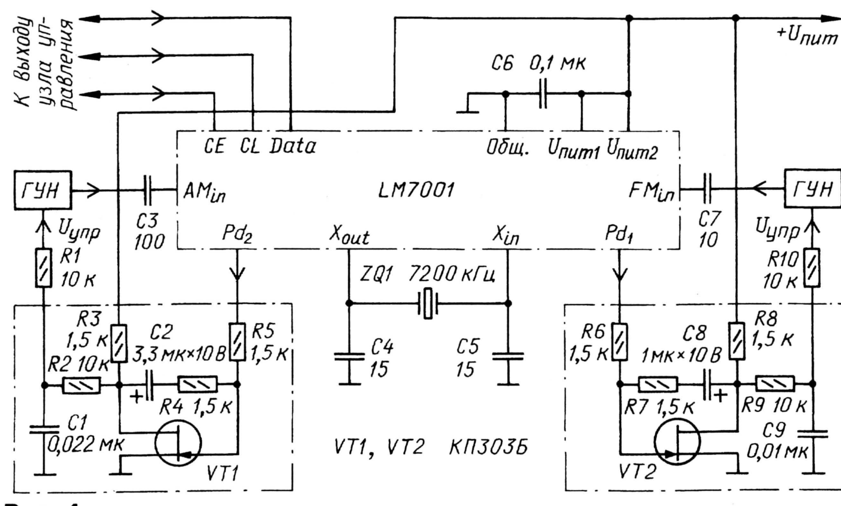



**Рис. 4**

делителя, который может работать в двух режимах — AM и FM.

В режиме FM для программируемого делителя частоты используют биты D0—D13. Максимальное значение коэффициента деления равно 3FFF (hex) или 16383 в десятичном исчислении.

В режиме AM используют биты D4—D13. Максимальное значение коэффициента деления равно 3FF или 1023.

Биты T0 и T1 — тестовые, они должны быть всегда установлены в низкий уровень. Биты B0—B2 и TB управляют состоянием выходов $BS_{out1}$—$BS_{out3}$; соответствие между состояниями битов и выходов указано в **табл. 2**.

Биты R0—R2 содержат информацию о шаге частотной сетки синтезатора, а также (если обнулены управляющие биты B0—B2) о состоянии выходов $BS_{out1}$—$BS_{out3}$. Распределение уровней сведено в **табл. 3**. Бит S определяет режим работы программируемого делителя частоты: 1 — FM, 0 — AM.

Рассмотрим примеры составления управляющей последовательности. Предположим, что синтезатор применен в УКВ радиоприемнике с промежуточной частотой 10,7 МГц, который принимает сигнал с несущей частотой 100 МГц. Шаг частотной сетки — 50 кГц. Найдем необходимый коэффициент деления частоты. Если гетеродин работает на частоте ниже принимаемой, его частота равна 100 – 10,7 = 89,3 МГц. Коэффициент деления

$K_{дел}$ = 89300:50 = 1786 = 6FA (hex) = = 0110 1111 1010 (bin).

Для перевода десятичных чисел в шестнадцатиричные, двоичные и обратно удобно пользоваться программным калькулятором, входящим в комплект стандартных программ операционной системы Windows.

Если управление внешними устройствами не используется, последовательность битов для микросхемы примет вид, показанный в **табл. 4**.

При использовании синтезатора в радиоприемнике СВ диапазона на частоте 1000 кГц (промежуточная частота — 465 кГц) шаг сетки равен 5 кГц. Если гетеродин работает на частоте, большей частоты сигнала, — 1000 + 465 = 1465 кГц, то

$K_{дел}$ = 1465:5 = 293 = 125 (hex) = = 0001 0010 0101 (bin).

Управляющая последовательность для этого случая будет соответствовать **табл. 5**.

Один из вариантов типовой схемы включения микросхемы изображен на **рис. 4**. Между плюсовыми выводами питания и минусовым необходимо включать блокировочный конденсатор (C6) для уменьшения наводок по цепям питания. Припаивать этот конденсатор необходимо как можно ближе к микросхеме. Переходные конденсаторы C3 и C7 между выходами ГУНов и микросхемой следует также монтировать вблизи ее корпуса.

Между каждым из выходов частотно-фазового детектора и входом управления ГУНов, как правило, включают активный инвертирующий ФНЧ (на схеме обведены штрихпунктирной линией). Номиналы элементов фильтров выбирают в зависимости от требуемой частоты среза и крутизны перестройки ГУНов. Фильтры необходимо тщательно экранировать.

Номиналы элементов на схеме указаны ориентировочно. Их значение требуется оптимизировать исходя из конкретного шага сетки, необходимого коэффициента передачи ФНЧ, крутизны перестройки ГУНа и пр.

**Таблица 4**

| D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D12 | D13 | T0 | T1 | B0 | B1 | B2 | TB | R0 | R1 | R2 | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

**Таблица 5**

| D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D12 | D13 | T0 | T1 | B0 | B1 | B2 | TB | R0 | R1 | R2 | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *** | *** | *** | *** | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

**Материал подготовил**
**А. ТЕМЕРЕВ**
*г. Светловодск*
*Кировоградской обл.,*
*Украина*


E-mail: inform@radio.ru тел. 207-88-18




# РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ — 8

В. ПОЛЯКОВ, г. Москва

Одобрено ЦТТУ Минобразования РФ

## LC-фильтры

Комбинируя катушки индуктивности и конденсаторы, удается построить фильтры, во-первых, более высоких порядков (порядок фильтра, как правило, равен числу его реактивных элементов), т. е. имеющие более крутые скаты АЧХ в полосе задерживания, во-вторых, вносящие значительно меньшее затухание в полосе пропускания. В идеальном случае, когда катушки и конденсаторы не имеют потерь (их добротность бесконечна), LC-фильтры вообще не вносят потерь.

Самый простой LC-фильтр — колебательный контур. Включенный по приведенной на **рис. 38** схеме, он будет действовать как узкополосный полосовой фильтр, настроенный на частоту

$f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$.

На резонансной частоте сопротивление контура активно:

$R_0 = \rho Q$,

где $\rho$ — характеристическое сопротивление, равное реактивному сопротивлению катушки и конденсатора. Его удобнее подсчитать по формуле

$\rho = \sqrt{L/C}$.

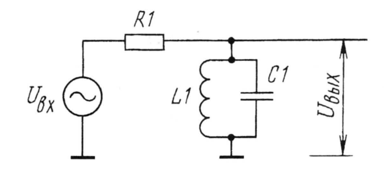



**Рис. 38**

Рассчитать добротность значительно труднее, но можно, используя сведения из главы «Радиотехнические расчеты — 5». Поскольку конденсатор, как правило, почти не вносит потерь, добротность контура равна добротности катушки. Проще определить резонансную частоту и добротность экспериментально, собрав каскад по приведенной выше схеме. Понадобятся генератор сигналов, создающий входное напряжение $U_{вх}$, и какой-либо измеритель выхода с высоким внутренним сопротивлением, лучше всего осциллограф. Он послужит для регистрации напряжения $U_{вых}$.

Изменяя частоту генератора, удастся зарегистрировать максимум $U_{вых}$ на резонансной частоте контура $f_0$. Резистор R1 и резонансное сопротивление контура $R_0$ образуют делитель, и

$U_{вых} = U_{вх}R_0/(R1 + R_0)$.

Измерив напряжения на входе и выходе, теперь легко рассчитать резонансное сопротивление, а затем и добротность контура.

Другой способ измерения добротности состоит в измерении полосы пропускания контура $2\Delta f$, где $\Delta f$ есть отклонение частоты генератора, при котором $U_{вых}$ падает до 0,7 от резонансного значения. Добротность связана с полосой пропускания простой формулой

$Q = f_0/2\Delta f$.

При этом надо иметь в виду, что будет измерена не собственная (конструктивная) добротность контура $Q_0$, а несколько меньшая величина — добротность контура, зашунтированного резистором R1. Поэтому сопротивление резистора в этом эксперименте следует выбирать как можно больше. Часто резистор заменяют конденсатором малой емкости, практически бывает достаточно поднести щуп генератора к верхнему (по схеме) выводу контура.

Входное сопротивление осциллографа, или другого прибора, подключенного к контуру, также не бесконечно большое, и, конечно, оно уменьшает его добротность. Методика расчета «нагруженной» добротности проста: надо найти новое резонансное сопротивление, образованное параллельным соединением R1 и $R_0$, после чего разделить его на $\rho$. Затем аналогично учитывается и сопротивление R2, подключенное к выходу.

Одноконтурный полосовой фильтр — весьма несовершенное устройство. Если мы хотим использовать свойства контура полностью, т. е. получить острую резонансную кривую, соответствующую конструктивной добротности, то контур надо нагружать слабо, выбирая R1

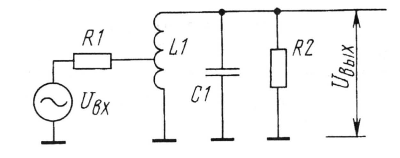



**Рис. 39**

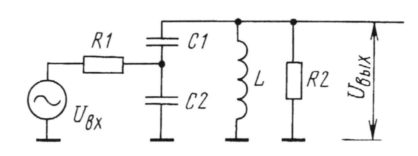



**Рис. 40**

и R2 намного больше $R_0$. Тогда коэффициент передачи мощности получается малым, что означает большие потери в полосе пропускания.

Если же нагрузить контур сильно, выбрав R1 = R2 << $R_0$, то коэффициент передачи стремится к максимально возможному (–6 дБ), но зато контур практически полностью теряет свои резонансные свойства. Тем не менее одиночный контур часто используют на входе радиоприемников или в резонансных усилителях из-за его простоты.

Коэффициент передачи напряжения увеличивается, если хотя бы R2 можно сделать большим (например, подключив контур к затвору полевого транзистора, служащего для дальнейшего усиления сигнала). Остается согласовать контур со стороны входа (например, с 75-омным фидером антенны). Используют автотрансформаторную (**рис. 39**) связь или емкостный делитель (**рис. 40**). В первом случае

$R1 = R_0(n_1/n_0)^2$,

где $n_1$ — число витков от «земли» до отвода: $n_0$ — общее число витков катушки (связь частей катушки полагается сильной). Во втором случае

$R1 = R_0C1^2/(C1 + C2)^2$.

Если R2 не бесконечно, то сначала надо учесть его, вычислив новое $R_0$ (уменьшенное параллельным подключением R2), а потом уже рассчитывать согласование по входу. Параметры узкополосного полосового фильтра удается значительно улучшить, включая два, три и более контуров. Связь между ними может быть индуктивной или внешней емкостной. Коэффициент взаимоиндукции выбирается в Q раз меньше индуктивности катушек, а емкость конденсаторов связи — в Q раз меньше контурных емкостей, причем Q определяется из требуемой полосы пропускания фильтра. Если Q намного меньше конструктивной добротности катушек, потери в фильтре получаются малыми. Вход и выход фильтра нагружаются резисторами R = ρQ.

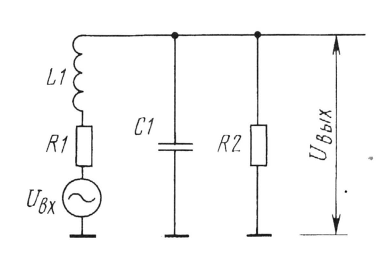



**Рис. 41**

Сигнал в контур можно подать не только параллельным способом, как описано выше, но и последовательно, как на **рис. 41**. При этом, если

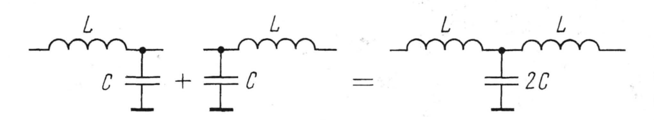



**Рис. 42**

**Рис. 43**

необходимо получить острую резонансную кривую, сопротивление R2, как и прежде, надо выбирать возможно больше, а R1, напротив, возможно меньше. При малом внутреннем сопротивлении генератора такой контур имеет большой коэффициент передачи напряжения на резонансной частоте, в пределе равный Q. На самых низких частотах коэффициент передачи стремится не к нулю, как в уже рассмотренных фильтрах, а к единице.

Весьма интересен случай, если в фильтре по схеме рис. 41 сопротивления на входе и выходе выбрать равными характеристическому, т. е. R1 = R2 = ρ. Получается согласованный ФНЧ, коэффициент передачи которого постоянен и равен 1/2 (–6 дБ) на всех частотах от нуля до резонансной частоты контура L1C1, а при дальнейшем повышении частоты уменьшается. Крутизна ската АЧХ составляет 12 дБ на октаву, как и должно быть у фильтра второго порядка.

В полосе пропускания фильтра $0...f_0$ коэффициент передачи часто полагают равным единице, считая входным напряжением не ЭДС генератора, а напряжение между верхним по схеме выводом резистора R1 и общим проводом. Более того, резистором R1 может быть внутреннее сопротивление генератора. Генератор как бы «видит» сопротивление нагрузки R2 сквозь прозрачный в полосе пропускания фильтр и отдает максимальную мощность при R1 = R2.

Кстати сказать, большинство измерительных генераторов имеют стандартное внутреннее сопротивление 50 Ом, и шкала выходного напряжения проградуирована для случая их нагрузки также на 50 Ом. Если выход такого генератора ничем не нагружать, выходное напряжение будет вдвое больше, чем показывает шкала выходного аттенюатора!

Для получения более крутых скатов АЧХ используют пару описанных Г-образных звеньев, соединяя их в соответствии с **рис. 42**, чтобы образовать Т-образное звено, или в соответствии с **рис. 43**, чтобы образовать П-образное звено. При этом получаются ФНЧ третьего порядка. Обычно предпочитают П-образные звенья, поскольку в них меньше трудоемких в изготовлении катушек индуктивности.

Возможно и дальнейшее «наращивание» порядка фильтров. Для примера на **рис. 44** показано, как из двух П-образных звеньев составлен двухзвенный ФНЧ пятого порядка. Он имеет весьма крутую АЧХ в полосе задерживания — 30 дБ на октаву. Ее удается сделать

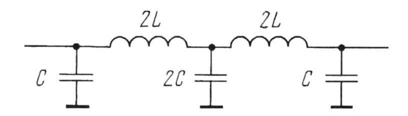



**Рис. 44**

еще круче, если параллельно катушкам подключить дополнительные конденсаторы небольшой емкости. На частотах образовавшихся резонансных контуров получаются две точки «бесконечного затухания», лежащие в полосе задерживания. В ряде случаев роль дополнительных конденсаторов может выполнять междувитковая емкость катушек.

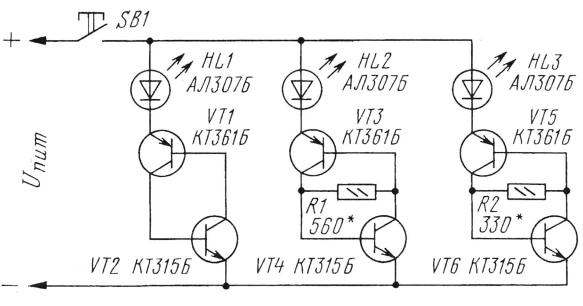
ФВЧ конструируют подобным же образом, лишь катушки заменяются конденсаторами, а конденсаторы — катушками. Широкополосные полосовые фильтры получают каскадным соединением ФНЧ и ФВЧ, желательно с разделительным усилительным каскадом между ними.

**Задание на дом**. Пользуясь формулами этой главы, выведите расчетные формулы для индуктивности и емкости Г-образного звена ФНЧ. Рассчитайте ФНЧ по рис. 44 для радиолюбительского гетеродинного приемника. Заданы частота среза фильтра 2,7 кГц и характеристическое сопротивление 1,6 кОм. Нарисуйте схему фильтра с обозначением номиналов элементов и постройте его АЧХ в логарифмическом масштабе.

# НИЗКОВОЛЬТНЫЙ ИНДИКАТОР НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ

*Е. МАРУЩАК, г. Южноукраинск, Украина*

Предлагаемое устройство на светодиодных индикаторах (см. **рисунок**) позволяет с достаточной степенью точности показать напряжение на источнике питания, состоящего из двух аккумуляторов или гальванических элементов.




При полностью заряженных аккумуляторах напряжение на батарее составляет 2,4 В (для «свежих» гальванических элементов 3 В). В этом случае светятся все три светодиода. При плавном уменьшении напряжения до 2,3 В сначала погаснет HL3, а потом при напряжении 2,15 В погаснет HL2. При дальнейшем снижении напряжения до 2 В погаснет HL1. Это сигнализирует о полной разрядке аккумуляторов и необходимости их замены или подзарядки.

При использовании гальванических элементов пороги переключения необходимо настроить на напряжения 2,45 и 2,7 В соответственно. Порог зажигания светодиодов HL2 и HL3 определяется сопротивлениями резисторов R1 и R2.

Принцип действия индикаторной ячейки основан на использовании свойства лавинообразного переключения транзисторов в динисторной схеме включения. До достижения определенного напряжения (напряжения открывания) транзисторы закрыты и ток через них пренебрежимо мал. Когда напряжение превышает указанное, транзисторы лавинообразно открываются, увеличивается протекающий ток и напряжение на транзисторах падает до 0,5...0,8 В. При снижении напряжения уменьшается ток, и при уменьшении его менее тока удержания транзисторы закрываются. Это свойство можно использовать для управления каким-либо устройством. Например, отключать плейер или включать звуковую сигнализацию при снижении напряжения на аккумуляторах ниже допустимого.

Резистор вводит в схему ячейки отрицательную обратную связь по току. Изменением сопротивления резистора можно регулировать пороговое напряжение открытия и закрытия транзисторов. Если сопротивление резистора равно нулю (т. е. установлена перемычка), то p-n переходы база—эмиттер транзисторов эквивалентны обычному диоду.

В данном устройстве желательно применение интегральных транзисторных сборок. Это связано с тем, что от изменения температуры в широких пределах изменяются параметры транзисторов, что может повлиять на точность индикации. Допускается применение дискретных транзисторов серий КТ315, КТ361, КТ3102, КТ3107. Все транзисторы должны иметь коэффициент передачи тока базы не менее 80. Светодиоды можно применить любые из серии АЛ307.

Для транзисторов с коэффициентом передачи около 80 сопротивления резисторов, полученные экспериментальным путем, приведены в **таблице**.

Недостатком устройства является небольшой гистерезис включения и выключения индикаторной ячейки. Индикаторное устройство чувствительно к превышению напряжения питания. При подключении устройства к точкам с напряжением, превышающим напряжение питания индикатора, возможен выход из строя светодиодов. Установка резистора

| Сопротивление, Ом | $U_{заж}$, В | $U_{погас}$, В |
|---|---|---|
| ∞ | 2,0 | 2,0 |
| 560 | 2,32 | 2,17 |
| 433 | 2,45 | 2,35 |
| 400 | 2,44 | 2,35 |
| 377 | 2,43 | 2,34 |
| 221 | 2,57 | 2,38 |
| 150 | 2,61 | 2,43 |
| 70 | 2,68 | 2,49 |
| 51 | 2,74 | 2,66 |
| 36 | 2,75 | 2,70 |
| 0 (перемычка) | 2,76 | 2,74 |

последовательно со светодиодом снижает яркость свечения. Для устройств с автономным питанием важна экономичность индикатора. Поэтому нужно включать питание индикатора кратковременным нажатием на кнопку SB1.

При настройке устройства вместо резисторов R1 и R2 следует установить подстроечные резисторы и выставить пороги срабатывания индикации. После этого необходимо измерить полученные значения сопротивления и установить постоянные резисторы такого же сопротивления. ■

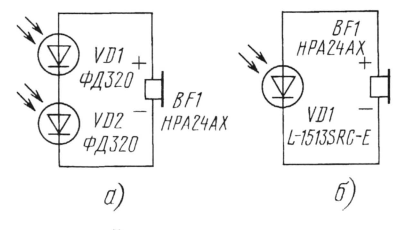
## ЧИТАТЕЛИ ПРЕДЛАГАЮТ

# "ВЕЧНЫЙ" БУДИЛЬНИК

*А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.*

Задачу с приходом рассвета будить спящего человека можно решить, собрав предлагаемый сигнализатор (см. **рисунок** *а*). Он не требует налаживания и ему не нужен источник питания — его роль выполняют два фотодиода (VD1, VD2), включенных последовательно. В качестве источника звука BF1 использован импортный пьезокерамический излучатель с встроенным генератором.

Фотодиоды, освещенные прямыми солнечными лучами, вырабатывают ЭДС около 1,2 В при токе нагрузки 600 мкА, что достаточно для весьма громкой работы излучателя даже на фоне уличного шума. Чувствительности фотодиодов хватает для работы при наличии на небе легкой облачности. Установив вечером




это устройство на юго-восточном окне помещения и направив линзы фотодиодов немного выше линии горизонта, рано утром можно проснуться под заунывный писк будильника.

Многие "красные" светодиоды при освещении их ярким светом тоже вырабатывают ЭДС примерно 1,3...1,4 В. Беда только в том, что ток, который они способны отдать в нагрузку, ничтожно мал. Но среди множества светодиодов, имеющихся у автора, нашелся рекордсмен — ультраяркий светодиод красного цвета свечения фирмы "Kingbright" типа L-1513SRC-E. Можно было полагать вначале, что если он ярко светит, то, возможно, будет неплохо работать и в вентильном режиме как миниатюрный солнечный элемент. Так оно и оказалось. При точном "прицеливании" на Солнце этот светодиод, поглощая солнечную энергию, дарит 0,9 В при токе 250 мкА (рис. *б*). Громкость звука с ним тише, но можно увеличить ее включением параллельно (и направлением точно на пылающий шар) нескольких светодиодов. ■

# ДВУХРЕЖИМНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

*А. ТРАПЕЗНИКОВ, г. Северодвинск Архангельской обл.*

***Сегодня для питания различной бытовой аппаратуры (радиоприемники, плейеры, пульты дистанционного управления и т. д.) широко используют никель-кадмиевые и никель-металлгидридные аккумуляторы, поскольку их цена относительно невелика и не превышает стоимости нескольких гальванических элементов. Экономически это оказывается существенно выгоднее. Однако для зарядки аккумуляторов требуется зарядное устройство.***

***Несмотря на то что в "Радио" уже было описано немало разнообразных зарядных устройств — от очень простых, до весьма сложных, — интерес к этой теме не ослабевает. Вниманию читателей мы предлагаем вариант двухрежимного зарядного устройства с таймером, ограничивающим время зарядки аккумуляторов.***

Предлагаемое зарядное устройство (ЗУ) имеет два режима зарядки — стандартный, током 0,1С (С — номинальная емкость аккумулятора) в течение 14 ч, и ускоренный, током 0,25С в течение 5 ч. Оно снабжено таймером, который по истечении времени переключает аккумулятор на дозарядку током примерно 0,01С, компенсирующим его саморазрядку. В таком состоянии аккумулятор может находиться долгое время. Поэтому, если вы случайно забыли отключить ЗУ, не волнуйтесь, аккумулятор не перезарядится.

Однако это ЗУ имеет одно негативное свойство: если в процессе зарядки на некоторое время напряжение в сети пропадет, а затем восстановится, отсчет времени начнется сначала и в итоге аккумулятор перезарядится. Поэтому, если в вашей местности перебои в подаче электроэнергии не редкость, следует принять соответствующие меры, предотвращающие возможность перезарядки аккумулятора, например, контролировать время окончания зарядки. Если по его истечении ЗУ не выключилось автоматически, следует это сделать вручную.

**Рис. 1**

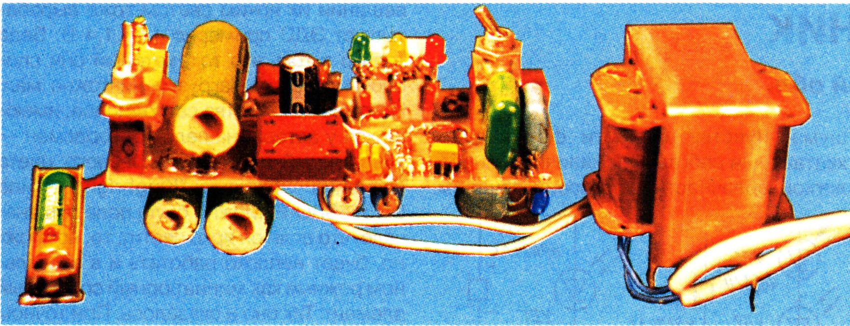


**Рис. 2**

Схема ЗУ показана на **рис. 1**. Номиналы элементов приведены для случая зарядки никель-кадмиевых аккумуляторов типоразмера АА емкостью 600 мА·ч в стандартном режиме током 60 мА в течение примерно 14 ч или 150 мА в течение 5 ч. Однако номиналы элементов этого ЗУ можно пересчитать для зарядки других аккумуляторов.

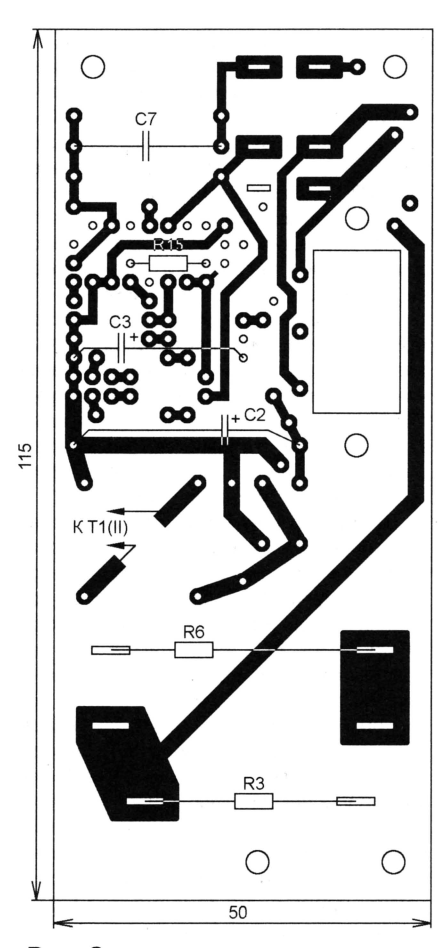
Функционально ЗУ состоит из таймера и токозадающих цепей. Таймер собран на микросхеме К176ИЕ5 (DD1). Питание микросхемы стабилизировано параметрическим стабилизатором R4VD3VD4. Частоту тактового генератора определяют номиналы элементов R10 и С5, когда выключатель SA2.2 разомкнут, и элементов R10, С5—С7, когда выключатель замкнут. Одновременно переключатель SA2.1 подключает к заряжаемому аккумулятору разные зарядные цепи: VD5R5R6 и R7HL4, если время зарядки 5 ч (выключатель SA2.2 разомкнут); VD2R3R5R6 и R2HL2 при 14-часовой зарядке (выключатель SA2.2 замкнут). Светодиоды HL2 и HL4 индицируют соответственно стандартный и ускоренный режимы зарядки.

Резисторы R3, R5 и R6 специально выбраны с запасом по мощности рассеяния, чтобы уменьшить степень их нагревания.

ЗУ работает следующим образом. После включения питания выключателем SA1 счетчики микросхемы DD1 сбрасываются в нулевое состояние импульсом высокого уровня, проходящим через конденсатор С4. Включается тактовый генератор, и начинается отсчет времени. Импульсы с генератора через резистор R14 поступают на базу транзистора VT3 и периодически открывают его. В такт импульсам начинает мигать светодиод HL5, наглядно индицируя частоту задающего генератора и работу ЗУ.

К выходу 9 микросхемы DD1 подключена еще одна цепь R13VT2 со светодиодом HL3, с помощью которого удобно контролировать общее время работы таймера, поскольку время его свечения равно 1/64 времени зарядки.

По истечении работы таймера на выходе 15 микросхемы DD1 появится высокий уровень, который откроет транзисторы VT1 и VT4. Первый остановит тактовый генератор, а второй включит реле K1, которое контактами K1.1 переключит аккумулятор на дозарядку малым током по цепи R1HL1. Одновременно светодиод HL1 сигнализирует о том, что аккумулятор полностью заряжен.



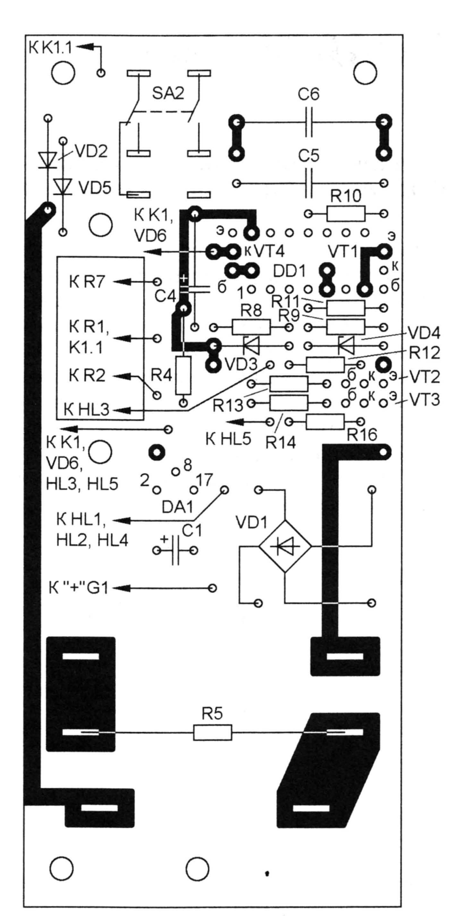




**Рис. 3**

Устройство, внешний вид которого показан на **рис. 2**, собрано на двусторонней печатной плате. Ее чертеж представлен на **рис. 3**. Плата рассчитана на применение конденсаторов К73-17 (C5—C7), оксидных К50-29 (C2—C4) и импортного (C1), резисторов ПЭВ (R3, R5, R6) и МЛТ — остальные, соответствующей мощности, реле РЭС59Б исполнения ХП4.500.020 или РЭС48Б исполнения РС4.590.202. Однако в последнем случае стабилизатор DA1 придется установить на теплоотвод. Первыми на плате монтируют резистор R15 и конденсатор C7.

В ЗУ допустимо применить практически любые маломощные n-p-n транзисторы, например, серий КТ315, КТ3102. Стабилитроны КС147А (VD3, VD4) заменимы одним с напряжением стабилизации 9 В, например, Д814Б1. Диоды КД208А (VD2, VD5) можно заменить любыми с допустимым прямым током не менее тока зарядки аккумулятора, соответственно стандартного и ускоренного.

Сетевой трансформатор T1 использован готовый. Его выбирают исходя из необходимого тока зарядки и числа одновременно заряжаемых аккумуляторов. Трансформатор должен обеспечить напряжение на вторичной обмотке 14...16 В при максимальном токе для одного заряжаемого аккумулятора, 20...23 В — для двух, 30...33 В — для трех-четырех. Кроме того, следует помнить, что в режиме холостого хода (дозарядки) напряжение на входе стабилизатора DA1 не должно превышать 35 В.

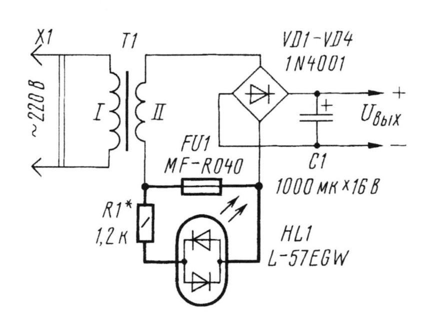
Если необходимо заряжать аккумуляторы другой емкости, подборкой резисторов R5, R6 следует установить ток ускоренного режима, а затем, подбирая резистор R3, — ток стандартного режима зарядки. ■

**ОБМЕН ОПЫТОМ**

# ДОРАБОТКА СЕТЕВЫХ АДАПТЕРОВ

***А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.***

Многие радиолюбители используют недорогие сетевые блоки питания (адаптеры) для питания игровых приставок, АОНов, бесшнуровых телефонов, а также различных самодельных конструкций. Подобные блоки питания собраны, как правило, по простейшим схемам и состоят из понижающего трансформатора, мостового выпрямителя и конденсатора фильтра. В таких адаптерах отсутствуют элементы защиты от замыкания на выходе либо значительного повышения тока потребления нагрузкой. Выйти из положения можно дополнением адаптера плавким предохранителем. Но лучший вариант — установить в адаптер самовосстанавливающийся предохранитель (см. справочный листок "Самовосстанавливающиеся предохранители Multifuse фирмы Bourns" в "Радио", 2000, № 11, с. 49—51). А заодно подключить к "многоразовому" предохранителю устройство индикации его срабатывания на двуполярном двухцветном светодиоде фирмы




Kingbright. Включение предохранителя со светодиодом и ограничительным резистором показано на **рисунке** утолщенными линиями. Светодиод зажигается при срабатывании предохранителя.

Если адаптер используется как лабораторный блок питания, предохранитель выбирают на максимальный ток, который может выдержать адаптер при продолжительной работе. Для большинства случаев подходит указанный на схеме предохранитель, рассчитанный на максимальный рабочий ток 400 мА. Для адаптера к игровой приставке "Денди" подойдет MF-R020 на ток 200 мА. Вместо двухцветного светодиода допустимо установить два одноцветных серии КИПД23.

Предохранитель устанавливают возможно дальше от трансформатора и выпрямительных диодов во избежание его нагрева. Кроме того, подпаивают выводы предохранителя не ближе 15 мм от его корпуса. Недостаток предложенного варианта защиты в том, что после перегрузки приходится ждать некоторое время, пока не восстановятся проводящие свойства предохранителя. ■

# ДВА СВЕТОВЫХ «МАЯЧКА»

***И. НЕЧАЕВ, г. Курск***

***Нередко в условиях плохой освещенности возникает необходимость обозначить тот или иной предмет. Сделать это поможет описываемое устройство.***

В состав светового маячка обычно входит генератор электрических импульсов, ключ — электронный (на транзисторе) или на электромагнитных реле, а также источник света, например, лампа накаливания.

В первом варианте маячка (**рис. 1**) основными элементами являются микросхема DD1 и транзистор VT1, составной по внутренней структуре. На элементах DD1.1—DD1.3 выполнен генератор прямоугольных импульсов, на DD1.4 — буферный каскад, а на транзисторе VT1 — электронный ключ, управляющий лампой накаливания EL1. В отличие от традиционных генераторов на логических элементах, в которых частотозадающий конденсатор включен между входом одного и выходом другого логического элемента, в этом устройстве один из выводов конденсатора соединен с общим проводом. Это обеспечивает постоянную полярность на конденсаторе и позволяет применить полярный конденсатор большой емкости.

Каскад на элементах DD1.1, DD1.2 выполняет роль компаратора напряжения. Положительная обратная связь осуществляется через резистивный делитель R1R2, а отрицательная — через резисторы R3, R4 и диоды VD1, VD2.

Заряжается конденсатор C1 через диод VD1 и резистор R3, длительность зарядки определяется емкостью конденсатора и сопротивлением резистора. В течение этого времени на выходе элемента DD1.4 будет высокий логический уровень, поэтому транзистор открыт, лампа горит.

Разряжается конденсатор через диод VD2 и резистор R4, длительность этого процесса определяется емкостью конденсатора и сопротивлением резистора R4. В этом режиме на выходе элемента DD1.4 будет низкий логический уровень, транзистор закрыт, лампа погашена. Изменяя номиналы указанных резисторов и емкость конденсатора, можно изменять длительность включения лампы и интервал между включениями.

Питать устройство можно от батареи гальванических элементов или аккумуляторов. Напряжение питания подают выключателем SA1.

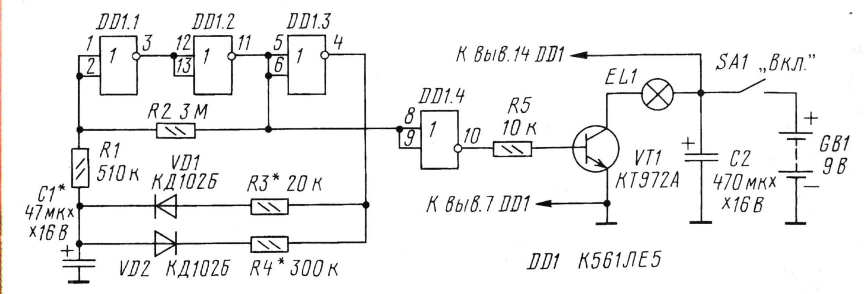



**Рис. 1**

Работает маячок в любое время суток. Чтобы он автоматически включался в темное время, надо дополнить его светочувствительным элементом (например, фоторезистором, фототранзистором), а схему изменить в соответствии с **рис. 2**. В светлое время суток сопротивление фоторезистора R7 мало и на входе элемента DD1.1 будет высокий логический уровень. Генератор не работает, на выходе элемента DD1.4 низкий логический уровень, транзистор закрыт. Когда же станет темно, сопротивление фоторезистора увеличится, на входе элемента DD1.1 появится низкий логический уровень, генератор заработает, лампа начнет периодически вспыхивать. Порог срабатывания автоматики устанавливают подстроечным резистором R6.

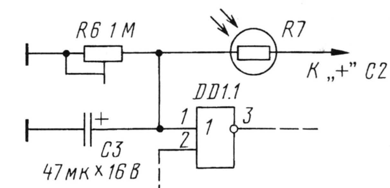



**Рис. 2**

Более надежную работу устройства можно обеспечить введением в него резервного канала, поскольку самым ненадежным элементом является лампа накаливания, тем более работающая в импульсном режиме, сокращающем срок ее службы. Если она перегорит, маячок окажется бесполезным.

Поэтому в некоторых случаях целесообразно введение резервного канала, что реализовано во втором варианте устройства (**рис. 3**). Резервный канал собран на элементе DD1.4, транзисторе VT2 и лампе EL2. Если лампа EL1 исправна, то высокий логический уровень с коллектора транзистора VT1 через резистор R7 поступит на один из входов логического элемента и на его выходе будет низкий логический уровень. Транзистор VT2 закрыт, лампа EL2 погашена.

В течение короткого времени, пока лампа EL1 горит, на коллекторе транзистора VT1 присутствует низкий логический уровень, но конденсатор C3 не успевает разрядиться и лампа EL2 остается в прежнем состоянии.

Если же лампа EL1 перегорит, на коллекторе транзистора VT1 постоянно будет низкий логический уровень, конденсатор C3 разрядится, начнет вспыхивать лампа EL2.

Кроме указанных на схемах, в устройствах можно применить транзисторы КТ972Б, КТ829А—КТ829Г. Каждый из них допустимо заменить на два, включенных по схеме составного транзистора (**рис. 4**,а). Для коммутации лампы, потребляющей большой ток (более 10...15 А), подойдет мощный полевой переключательный транзистор IRLR2905 (рис. 4,б) или аналогичный, который

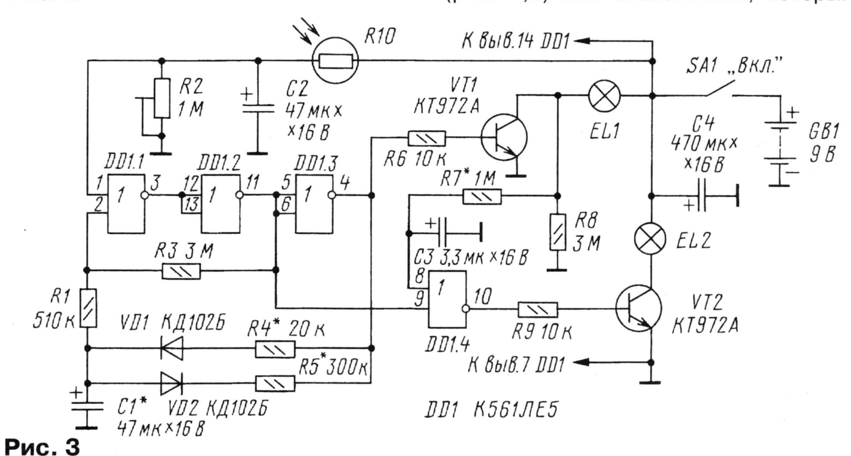



**Рис. 3**

удастся подобрать из справочной таблицы, приведенной в статье “Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы International Rectifier” в “Радио”, 2001, № 5, с. 45. Диоды — любые из серий КД102, КД103, КД521, КД522. Полярные конденсаторы — К50-6 или аналогичные импортные. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, Р1-4, подстроечный — СП3-19, фоторезистор — СФ-4, СФ-6, но допустимо установить фототранзистор ФТ-1к, подключив его коллектором к лампе EL1.

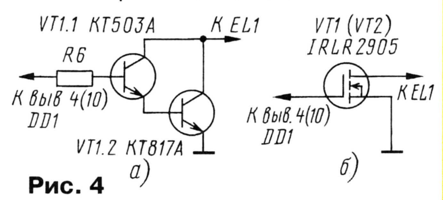



**Рис. 4**

Большинство деталей смонтировано на платах из односторонне фольгированного стеклотекстолита: эскиз для первого варианта маячка приведен на **рис. 5**, для второго — на **рис. 6**. Каждую

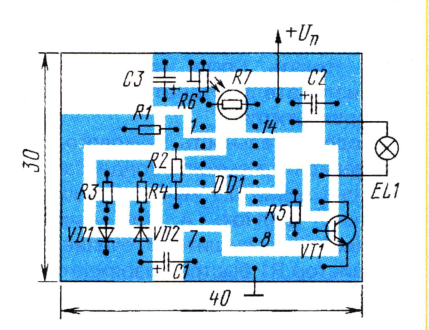



**Рис. 5**

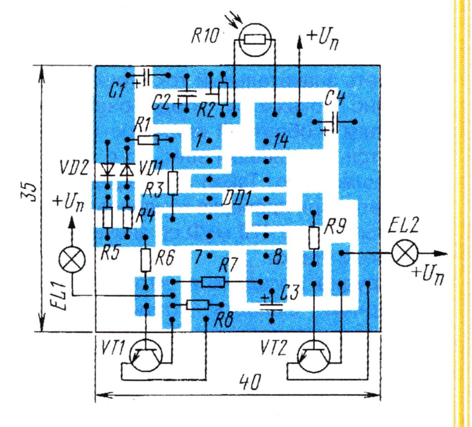



**Рис. 6**

плату размещают в корпусе из изоляционного материала, а фоточувствительный элемент располагают так, чтобы исключить оптическую связь между ним и лампой накаливания.

Налаживание маячка сводится к установке требуемой длительности горения лампы и паузы подбором резисторов R3, R4 и конденсатора C1, а также нужного порога срабатывания фотоустройства подстроечным резистором. ■

# УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОБНИК — ИНДИКАТОР

*В. СОРОКОУМОВ, г. Сергиев Посад, Московская обл.*

При ремонте и монтаже электропроводки нередко возникает необходимость измерить напряжение сети, определить фазные и нулевые провода, “прозвонить” цепи на отсутствие обрывов или коротких замыканий. Индикатор — указатель фазы не всегда окажется под рукой, а использование авометра для этих целей неудобно из-за необходимости переключать режимы его работы.

Выход из положения — построить предлагаемый прибор (см. **рисунок**), состоящий из светодиодной шкалы напряжений, узла контроля проводимости электрических цепей (“прозвонки”), индикатора переменного напряжения и указателя фазного провода.

Светодиодная шкала выполнена на светодиодах HL1—HL5 и резисторах R2—R6, шунтирующих светодиоды, и имеет пять градаций стандартных напряжений. Работа шкалы основана на зажигании определенного светодиода при падении напряжения на шунтирующем его резисторе около 1,7 В. Цепь VD3HL7 служит для индикации переменного напряжения на щупах пробника, а также обратной, по сравнению с указанной на схеме, полярности постоянного напряжения на них.

Узел контроля проводимости состоит из накопительного конденсатора C1 сравнительно большой емкости, цепи VD1VD2 зарядки его и цепи индикации R7HL6. При подключении щупов к источнику постоянного напряжения на несколько секунд конденсатор заряжается через диод VD2 от напряжения, падающего на стабилитроне VD1. Пробник готов к “прозвонке” цепей. Если щупами коснуться исправной цепи, ток разрядки конденсатора потечет через нее, резистор R1, светодиод HL6 и резистор R7. Светодиод зажжется. По мере разрядки конденсатора яркость светодиода будет падать. От одной зарядки конденсатора удается сделать 8—12 проверок.

Указатель фазного провода собран по схеме релаксационного генератора. Коснувшись пальцем сенсора E1, подключают любой из щупов к фазному проводу. Выпрямленное диодами VD4, VD5 напряжение заряжает конденсатор C2. Когда напряжение на нем достигнет определенного значения, вспыхнет неоновая лампа HL8. Конденсатор разряжается через нее, процесс повторяется.

Светодиоды — указанные на схеме или их зарубежные аналоги, например, L-63IT. Желательно, чтобы они были близкими по параметрам, а HL6 — с максимальной световой отдачей при малом токе. Вместо указанного на схеме стабилитрон может быть КС156А либо Д814Б. Конденсатор C1 — К50-35 или его зарубежный аналог (скажем, производства фирмы Jamicon). Резисторы R2—R9 — МЛТ соответствующей мощности, R1 — ПЭВ, С5-37 мощностью не менее 8 Вт (в крайнем случае можно установить шесть последовательно включенных резисторов МЛТ-2 сопротивлением 1,3 кОм).

Устройство смонтировано в двух корпусах из диэлектрического материала в форме одинаковых по размерам щупов. В одном щупе размещен резистор R1, в другом — остальная часть устройства. Щупы имеют заостренные наконечники диаметром 3 и длиной 20 мм. Щупы соединены между собой гибким проводом в двойной изоляции, рассчитанной на напряжение не менее 380 В.

При налаживании пробника и работе с ним необходимо соблюдать меры предосторожности, поскольку детали пробника могут находиться под высоким напряжением!

Если все детали исправны и смонтированы правильно, пробником можно пользоваться сразу. Правда, возможно, придется подобрать резистор R7, чтобы добиться четкого горения светодиода HL6 (при подключении между щупами резистора сопротивлением 300...400 Ом). Но значительно уменьшать его сопротивление не следует, поскольку это вызовет быстрый разряд накопительного конденсатора. А чтобы добиться отчетливо различимых вспышек неоновой лампы, достаточно подобрать резистор R8. ■

# ДВЕ ПРОСТЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

*А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.*

## ИНДИКАТОР ПЕРЕГРЕВА

В большинстве самодельных устройств с мощными транзисторами нет тепловой защиты. Да и информация о тепловом режиме электродвигателей, силовых трансформаторов (особенно сварочных) тоже необходима. Ее даст устройство, схема которого приведена на **рис. 1**. Контролирует температуру датчик на германиевом транзисторе VT1. Он подключен к генератору, выполненному на транзисторе VT2. С выхода генератора сигнал поступает на усилитель (транзистор VT3), нагруженный на светодиод HL1.

**Рис. 1**

Пока температура корпуса транзистора-датчика не превышает 60 °С, светодиод HL1 не светится. При температуре около 70 °С светодиод начинает вспыхивать с частотой несколько раз в минуту. Если же температура датчика повышается до 85...105 °С, светодиод вспыхивает с частотой 2...3 Гц. По частоте вспышек можно судить о степени нагрева контролируемого объекта.

Выбор германиевого транзистора в качестве датчика температуры обусловлен тем, что обратный ток коллектора с повышением температуры резко возрастает при температуре более 70 °С.

В устройстве использованы постоянные резисторы МЛТ, С2-23 указанной на схеме мошности, подстроечный резистор R2 может быть СП3-38а, РП1-63М либо другой малогабаритный. Оксидные конденсаторы — К50-16, К50-35. Стабилитрон VD1 — любой маломощный на напряжение 7...9. В, например, кроме указанного на схеме, КС170А, КС175Ж, КС191А, КС482А, Д814А, Д818Б. Светодиод — любой из серий АЛ307, КИПД21, КИПД36, желательно красного цвета свечения.

В качестве датчика использован транзистор серии ГТ329 потому, что это один из немногих германиевых транзисторов, имеющих вариант в пластмассовом корпусе, что значительно облегчает его установку на контролируемую поверхность. Вместо него можно использовать транзисторы серий МП35—МП38, но тогда понадобятся изолирующие прокладки. На месте VT2 допустимо применить любой однопереходный транзистор указанной серии. Транзистор КТ315Б заменим любым из серий КТ315, КТ342, КТ3102.

Индикатор можно питать напряжением от 9 до 18 В. Подбором резистора R1 устанавливают потребляемый устройством ток 8...10 мА. При напряжении питания 10 В R1 должен иметь сопротивление 220 Ом, при 24 В — 1,8 кОм.

При налаживании устройства временно исключают транзистор VT1 и устанавливают вместо него резистор сопротивлением 33 кОм. Подбором резистора R6 добиваются надежного погасания светодиода в паузах между вспышками. После этого подключают термодатчик. Подстроечным резистором R2 регулируют чувствительность индикатора. Ее рекомендуется устанавливать такой, чтобы светодиод начинал изредка вспыхивать при температуре 65...75 °С.

Транзистор серии ГТ329 в пластмассовом корпусе закрепляют на контролируемой поверхности специальными пружинящими лепестками, используемыми для установки на теплоотводы транзисторов серий КТ818, КТ819 и им подобных.

Если в качестве термодатчика будет использован германиевый транзистор в металлическом корпусе, то необходимо использовать тонкие изолирующие прокладки из слюды или фторопласта. Желательно также применение теплопроводной пасты КПТ-8.

Нижний предел чувствительности индикатора — около 50 °С. Если, в редких случаях, чувствительность необходимо повысить, то параллельно транзистору VT1 следует подключить 1—3 таких же транзисторов.

## ПРОБНИК ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОКСИДНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

Немного свободного времени и минимум деталей понадобятся для сборки предлагаемого пробника (**рис. 2**), с помощью которого можно не только приблизительно оценивать емкость проверяемых конденсаторов, но и выявлять те из них, у которых ток утечки превышает 100 мкА.

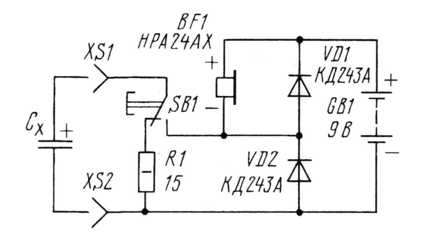



**Рис. 2**

"Главная деталь" пробника — пьезокерамический звукоизлучатель BF1 с встроенным генератором. Если к гнездам XS1, XS2 подключить конденсатор $C_x$ и нажать кнопку SB1, то конденсатор начнет заряжаться через звукоизлучатель. Раздастся звуковой сигнал.

По мере зарядки конденсатора ток в цепи будет уменьшаться, напряжение на звукоизлучателе падать. Звук будет утихать. Когда напряжение на звукоизлучателе станет менее 1 В, звук прекратится.

Продолжительность звукового сигнала зависит от емкости конденсатора. Если она равна 0,1 мкФ, послышится короткий щелчок. А при емкости 4700 мкФ звук слышится в течение 25 с.

Резистор R1 быстро разряжает конденсатор при отпускании кнопки. Диоды VD1, VD2 защищают звукоизлучатель в случае подключения к гнездам заряженного конденсатора при случайно нажатой кнопке.

Если проверяемый конденсатор будет иметь значительный ток утечки или случайно окажется подключенным к гнездам в обратной полярности, послышится постоянный звук, но с меньшей громкостью. Такой же эффект наблюдается при проверке конденсаторов емкостью более 470 мкФ со значительным током утечки.

Нетрудно догадаться, что оценить примерную емкость конденсатора можно по продолжительности звука при подключении конденсатора к гнездам пробника, а ток утечки — по уменьшению громкости звука или его прекращению.

Пробником допустимо проверять конденсаторы с номинальным напряжением от 6,3 В. Если нужно проверить более низковольтные (но не менее чем на 3 В) конденсаторы, следует уменьшить напряжение питающей батареи вдвое. В любом варианте защитные диоды могут быть любые из серий КД105, КД208, КД209, КД243. Источник питания — батарея "Крона" либо блок питания с выходным напряжением 6...10 В. ■

Ответственный редактор Степанов Б. Г. (RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: kw-ukw@ radio.ru
connect@ radio.ru

РАДИО о связи

При содействии Союза радиолюбителей России

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

# На связи — Международная Космическая Станция

**Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королев Московской обл.**

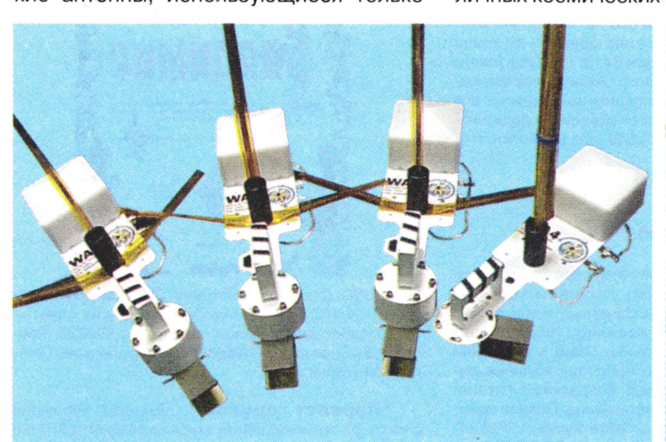
Незаметно пролетело больше двух с половиной лет со времени проведения первой космической связи между экипажем Международной Космической Станции и наземными радиолюбителями. Первый основной экипаж в составе Сергея Крикалева (U5MIR) и Юрия Гидзенко (RK3DUG) уже в первые две недели своего пребывания на борту не только смонтировал радиолюбительское оборудование, но и установил первые QSO с российскими радиолюбителями, работая через штатные телеметрические антенны, использующиеся только при выводе корабля на орбиту. Журнал "Радио" рассказывал об этих достижениях в №12 за 2000 г. и в №1 за 2001 год. Экземпляры этих журналов были посланы на космическую станцию, а командир второго экипажа Юрий Усачев (RW3FU) вернул один из них ("Радио" №1 за 2001 г.) на Землю. Свежие номера журнала "Радио" стали постоянно пополнять бортовую библиотеку. Среди журналов был и четвертый ("космический") номер за 2002 год, который командир и пилот МКС Валерий Корзун (RZ3FK), вернув на Землю, подарил автору статьи с благодарностью от всего пятого экипажа Международной Космической Станции за разработку бортовой радиолюбительской системы связи.

Для подключения радиолюбительских антенн, устанавливаемых на борту МКС, во время ее разработки на корпусе были предусмотрены четыре специальных коаксиальных разъема. Это новинка, так как, например, на станции "Мир" таковых разъемов не было, работали через разъемы от другого оборудования, использовавшегося при проведении различных космических экспериментов.

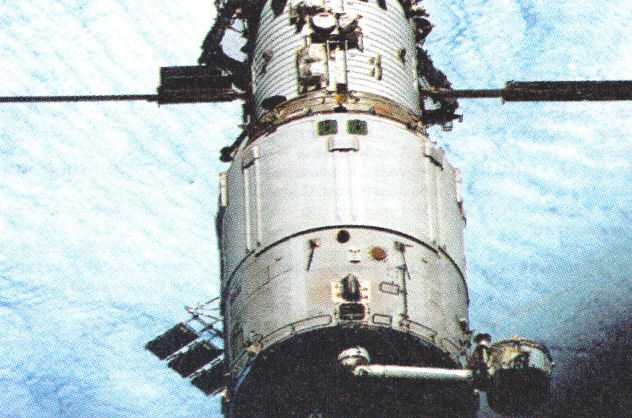
В 2002 году была проведена большая работа по созданию системы радиолюбительской связи. Экипаж МКС-4 в составе командира Юрия Онуфриенко (RK3DUO) и американских астронавтов Карла Уолза (KC5TIE) и Даниела Берша (KC5PNU) во время январского выхода в открытый космос установил на внешней поверхности служебного модуля две из четырех радиолюбительских антенны, а экипаж МКС-5 в составе Валерия Корзуна (RZ3FK) и Сергея Трещева (RZ3FU) в августе установил две оставшиеся.

Космонавты, готовящиеся к полетам, проявляют живой интерес к радиолюбительству. Так, начиная с 2001 года получили себе индивидуальные позывные российские космонавты Международной Космической Станции: Константин Козеев — RN3FH (совершил полет в составе экспедиции посещения (ЭП-2), Надежда Кужельная — RK3DUO (дублер в ЭП-2), готовящиеся к полетам Михаил Корниенко — RN3BF (МКС-8), Сергей Ревин — RN3BS (МКС-гр1), Олег Кононенко — RK3FH (МКС-гр1), Олег Скрипочка — RN3FU (МКС-гр3) и Федор Юрчихин — RN3FI (летал в сотаве STS 112), Юрий Гидзенко — RK3DUG (МКС-1, готовится к ЭП-3), Владимир Дежуров — RK3DUD (МКС-3), Юрий Маленченко — RK3DUP (готовится к МКС 7), Юрий Лончаков — RK3DUL (STS 100) и Юрий Онуфриенко — RK3DUO (МКС-4).

В момент выхода этого номера в свет, на борту МКС работает шестая экспедиция. Хотелось бы пожелать ей выполнить все поставленные задания, порадовать радиолюбителей Земли выходами в эфир и, самое главное, мягкой посадки. ■



**Вот так выглядели гибкие радиолюбительские антенны МКС до их установки на борту (три на диапазон 2 метра и одна на диапазон 10 метров). После установки они "раскрылись" в четвертьволновые штыри. Также они способны работать и на некоторых других радиолюбительских УКВ диапазонах.**



**Вот так выглядят радиолюбительские антенны на борту. Справа внизу — рядом за служебной параболической антенной связи видна антенна на диапазон 10 метров, а на три часа влево находится штырь на 2 метра. Остальные две антенны двухметрового диапазона располагаются на диаметрально противоположных сторонах обшивки корпуса.**




## Новости

### Конференция СРР

В Москве 22 февраля этого года прошла отчетно-выборная конференция Союза радиолюбителей России. Новым президентом СРР избран Р. Томас (RZ3AA), первым вице-президентом — С. Александренко (RA3CW), вице-президентами — А. Чесноков (UA3AB) и М. Егоров (RK3DP), ответственным секретарем — Ю. Малюк (RA4AR). В составе президиума СРР — А. Куликов (комитет по спортивной радиопеленгации), О. Архипов (RW3TJ, УКВ комитет), И. Григорьев (RV3DA, молодежный комитет), А. Куйсоков (UA6YW, комитет по работе с регионами), Е. Даниэльян (RW3QC, Контест и КВ комитет), Ч. Гулиев (UA3BL, комитет по очным видам спорта), И. Буклан (RA3AUU, международный комитет), А. Крыганов (UA3ZK, комитет по работе с ветеранами ВОВ).

### Радиоэкспедиция "Победа"

Подведены итоги радиоэкспедиции "Победа-57". Обладателями двух ее главных призов, учрежденных редакцией журнала "Радио", стали Борис Ведерников (U6HU), который был лучшим среди коротковолновиков — участников Великой Отечественной войны, и Юрий Силаев (UR4QJH), показавший лучший результат среди владельцев индивидуальных радиостанций. В остальных подгруппах лучшими были Николай Скворцов (U5MZ, участники трудового фронта), RP3ZKB (мемориальные радиостанции), UR4IZM (коллективные радиостанции), Владимир Анохин (RX3QDF, работа только на диапазоне 160 метров) и Геннадий Магарченков (UA3-155-28, наблюдатели).

В мае пройдет мемориал "Победа - 58", для участия в котором приглашаются радиолюбители всех стран мира. Он будет проходить в три тура: первый — с 6 UTC 5 мая до 20 UTC 8 мая; второй — с 20 UTC 8 мая до 20 UTC 9 мая; третий — с 21 UTC 10 мая до 21 UTC 11 мая. Торжественное открытие мемориала пройдет с 5 до 6 UTC 5 мая на частоте 7050 кГц, а в 8 UTC 8 мая на этой же частоте начнется "Вахта памяти". Проведет их радиостанция RP3A. Мемориальные радиостанции России будут использовать префикс RP, Украины — EO, Казахстана — UP, Белоруссии — EV1 — EV8, Азербайджана — 4K1V, Молдовы — ER9V. Положение о мемориале не изменилось по сравнению с прошлым годом. С ним можно ознакомиться в Интернете по адресу **<www.srr.ru>** .

### Решения конференции 1-го района IARU

Проходившая в конце прошлого года в Сан-Марино конференция 1-го района IARU приняла ряд рекомендаций, направленных на повышение эффективности использования любительских диапазонов.

1. Радиостанциям, работающим с разнесением частот приема и передачи (SPLIT FREQUENCY OPERATION), рекомендуется использовать минимально возможный разнос частот и объявлять его одновременно с передачей позывного.

2. Радиолюбительским организациям 1-го района IARU, принимающим участие в КВ "Полевом дне" 1-го района IARU, рекомендуется обмениваться данными, содержащими электронные отчеты участников этих соревнований.

3. Частоты 3555, 14055, 21055 и 28055 кГц рекомендованы как центральные (базовые) частоты для CW QRS радиостанций, а частоты 3560, 7030, 14060, 18096, 21060, 24906 и 28060 кГц — как центральные (базовые) частоты для QRP радиостанций. Эта рекомендация не выделяет их как исключительные частоты для этих групп радиостанций, а лишь определяет предпочтительные участки активности соответствующих радиостанций.

4. Рекомендовано образовать рабочую группу 1-го района IARU для исследования возможности получить новый любительский диапазон в участке 470...490 кГц.

5. Рекомендовано следующее распределение частот диапазона 136 кГц по видам связи:

135,7...136,0 кГц — испытание радиостанций и "окно" для трансатлантических экспериментов, причем участок 135,9...135,98 кГц рекомендуется использовать для QRSS передач из Европы в Северную Америку;

136,0...137,1 кГц — CW участок, причем участок 135,98...136,050 кГц рекомендуется для проведения трансатлантических связей;

137,1...137,6 кГц — участок для "нетелеграфных" связей (PSK, Hell и т. п.);

137,6...137,8 кГц — участок для QRSS связей с центральной частотой 137,7 кГц, причем участок 137,7...137,8 кГц рекомендован для трансатлантических связей.

Конференция 1-го района IARU определила максимально допустимые полосы излучаемых сигналов как 500 Гц (CW, цифровые виды связи) и 2700 Гц (телефон, SSTV, FAX). На УКВ, кроме того, допустимы максимальные полосы 12 и 20 кГц. Получает распространение новая аббревиатура — MGM (Machine Generated Modulation). Ее используют для общего определения видов радиосвязи, в которых компьютер является принципиальным составным элементом передачи и приема сигналов (например, PSK31, FSK441).

На конференции обсуждались вопросы, связанные с ухудшением электромагнитной обстановки в эфире. Для того чтобы Международный радиолюбительский союз имел возможность защищать интересы радиолюбителей при разработке европейских стандартов на электромагнитную совместимость, принято решение о вступлении 1-го района IARU в Европейскую организацию стандартизации (ETSI). Предполагается, что представитель Рабочей группы по вопросам электромагнитной совместимости 1-го района IARU со временем будет принимать участие в заседаниях Рабочей группы ETSI по вопросам телекоммуникаций.

Конференция 1-го района IARU поддержала резолюцию Административного совета IARU, касающуюся предлагаемых возможных изменений "Регламента радиосвязи" ITU на предстоящей конференции Международного союза электросвязи в части исключения обязательных знаний телеграфной азбуки при выдаче радиолюбительских лицензий.

### 300-летие Балтийского флота

В этом году отмечается 300 лет созданию Балтийского Флота. В связи с этим юбилеем до конца года с борта подводной лодки Б413, пришвартованной у причала Музея Мирового Океана в городе Калининграде и являющейся одним из основных его экспонатов, будет работать специальная радиолюбительская станция UE2FBF. QSL для радиолюбителей СНГ — через UA2FO.

## Соревнования

### "Белое озеро — 2003"

В этом году соревнования будут проходить с 8-го по 11 мая. В них могут принять участие как команды, так и отдельные спортсмены. Зачетных подгрупп три: взрослые участники, юные участники (1985 г. рождения и моложе), юные участники (1988 г. рождения и моложе). Юные участники могут при желании выступать и в более старшей возрастной группе. Команда состоит из 1—3 спортсменов. Полное положение соревнований есть на сайте журнала "Радио" по адресу: **<www.radio.ru>** в разделе CQ DE R3R

## Дипломы

**"Памяти моряков Азовской военной флотилии".** Азовская военная флотилия была создана 22 июля 1941 года. Для получения диплома необходимо в течение одного года, начинающегося с 22 июля, набрать в 2003 — 2004 годах — 62 очка, в 2004 — 2005 годах — 63 очка и т. д. (по числу лет со дня создания флотилии). Связь с индивидуальной радиостанцией г. Приморско-Ахтарска и района дает 3 очка; с коллективной радиостанцией RV6AWL — 5 очков; связь с мемориальной радиостанцией UE6AWF — 20 очков. За QSO, которые проведены во время дней активности, приуроченных к празднованию дня ВМФ, дня города и во время мероприятий СРВС, очки удваиваются. Ветеранам ВМФ и ВОВ достаточно провести 1 QSO с UE6AWF. Повторные связи идут в зачет на разных диапазонах, но только в разные календарные сутки. Наблюдателям диплом выдают на аналогичных условиях. Заявку выполняют в виде выписки из аппаратного журнала и отправляют по адресу: 353860, Россия, Краснодарский край, г. Приморско-Ахтарск, ул. Алексея Крамаренко, д. 29,




Абрамову О. В. (RU6BN). Оплату диплома производят почтовым переводом на сумму, эквивалентную 1 USD, на этот же адрес.

**"Владимир".** Диплом выдают за связи с любительскими радиостанциями Владимирской области, установленные любым видом излучения на любом любительском диапазоне. Соискателям из европейской части России необходимо провести 10 связей, а всем остальным соискателям — 5 связей. Повторные QSO не засчитываются. Диплом выдают на основании выписки из аппаратного журнала, заверенной в местной радиолюбительской организации или двумя коротковолновиками. Россияне оплачивают диплом почтовым переводом в рублях на сумму, эквивалент-




ную 1 USD. Для радиолюбителей СНГ стоимость диплома — 4 IRC, для радиолюбителей других стран — 6 IRC. Адрес для заявок и переводов: 600022, Россия, г. Владимир, ул. Ставровская, 8, радиоклуб (дипломной комиссии).

**"Перелет дружбы".** Диплом учрежден в честь 65-летия перелета экипажа самолета АНТ-25 под руководством Героя Советского Союза В. П. Чкалова из г. Щелково Московской области через Северный полюс в г. Ванкувер (США, штат Вашингтон). Получить диплом можно за установление по 1 QSO с радиолюбителями г. Щелково или Щелково-3 (п. Чкаловский) и г. Ванкувер (штат Вашингтон ) или г. Портленд (штат Орегон) США. Его также выдадут, если соискатель в период с 16 июня 2003 г. по 31 декабря 2003 г. набрал 66 очков за QSO с радиолюбителями г. Щелково и Щелковского района, а также членами СРВС и Клуба "Пятый Океан". Начисление очков: RK3DYB — 20, R3DPD — 45 (будет активна с 18-го по 20 июня 2003 г.), радиолюбители г. Щелково — 15 (в том числе и с UE3DGQ — будет активна с 29-го по 31 августа 2003 г.), радиолюбители Щелковского района — 10; члены СРВС и клуба "Пятый Океан" — 1. В период с 16-го по 22 июня 2003 г. очки за связи со всеми указанными радиостанциями, кроме R3DPD, удваиваются. В период проведения дней активности СРВС и клуба "Пятый Океан" очки за связи с их членами также удваиваются. Оплата диплома для соискателей России и Украины — эквивалент 1 USD (2 IRC); из других стран СНГ — 2 USD (4 IRC), из остальных стран — 5 USD (10 IRC). Всем соискателям (кроме украинских) заявки в виде выписки из аппарат-




ного журнала надо направлять по адресу: 141100, Россия, Московская обл., г. Щелково, аб. ящ. 230, Д. Ю Воронину. Соискатели из Украины направляют их по адресу: 42404, Украина, Сумская обл., Ахтырка-4, ул. Красноармейская, 74-31, М. Б. Коняеву

Список зачетных позывных: г. Щелково — RK3DYB, UA3DGP, RV3DBG, RW3DIA, RV3DUT, RW3DN, UA3DDH, UA3DUN, UA3FP, RZ3FB, RZ3DK, UA3DJR, RV3DSA; Щелковский район — RV3DOK, RU3DKD, RW3DVQ, RU3DNN, UA3DOY,RA3DAG; Фрязино — RW3FY, U3EE, UA3DT, RA3DCI, RA3DPJ, RA3DJW, UA3DHC, RU3DCA; Звездный городок — RK3DZB, UA3DKR, RZ3FO, U4MIR; Лосино-Петровский — RW3DVG,RA3DKY.

**"75 лет Омскому областному радиоклубу"**. Диплом выдаются за установление радиосвязей с радиолюбителями Омской области. В зачет идут связи, установленные любым видом работы на любых КВ и УКВ диапазонах начиная с 1 января 2003 года. Для его получения необходимо набрать 75 очков. Связи со специальной станцией дают по 10 очков, с коллективными станциями — по 3 очка, с индивидуальными станциями Омской области — по 2 очка, с индивидуальными станциями г. Омска — по 1 очку. Повторные связи засчитываются при работе на разных диапазонах. Диплом выдается на основании заявки, подписанной заявителем и двумя коротковолновиками. Российские соискатели оплату диплома производят почтовым переводом на сумму 50 руб., соискатели из других стран СНГ — на сумму, эквивалентную 3 USD, а из остальных стран — 5 USD. Заявки и оплату надо направлять менеджеру диплома по адресу: 644110, г. Омск, аб. ящ. 1569, Хорудженко Валентину Николаевичу (RA9MC). При выполнении условий диплома во время "Дней активности" в период с 10-го по 18 мая 2003 года диплом будет выдан бесплатно вместе с красочным вымпелом.




**"Юбилейный"**. Этот диплом учрежден в честь 60-летия "Курской битвы". Чтобы получить этот диплом, необходимо в течение одного календарного года набрать 60 очков за радиосвязи с любительскими радиостанциями Курской области. В зачет идут связи, установленные любым видом излучения на любом любительском диапазоне (кроме WARC). Допускается лишь одна повторная радиосвязь, проведенная на любом другом диапазоне. Специальные станции с префиксами RP3-UE3 будут работать: 8 февраля — в день освобождения г. Курска; 27 февраля — в день 60-летия Курского Радиоклуба; с 5 июля по 23 августа — в честь




60-летия Победы на Курской дуге. За каждую QSO, проведенную телеграфом, телетайпом или цифровыми видами связи, соискатель получает 2 очка, а за SSB и FM — 1 очко. Связи с участниками Великой Отечественной войны (независимо от их места жительства), а также со специальными радиостанциями дают по 5 очков. Очки удваиваются за связи, проведенные на диапазоне 160 метров и УКВ диапазонах, а также для радиолюбителей из азиатской части России. Наблюдателям диплом выдают на аналогичных условиях. Он выдается на основании выписки из аппаратного журнала, заверенной двумя коротковолновиками. Собственно диплом бесплатный. Для его пересылки к заявке прилагается почтовый конверт (формат А4) с марками, на необходимую для почты сумму. Можно конверт не высылать, а сделать почтовый перевод на сумму 15 рублей (соискатели из России) или на сумму, эквивалентную 1 USD (соискатели из остальных стран СНГ). Заявки на диплом высылают по адресу :ФРС Курской области, Дипломная комиссия, аб. ящ. 73, г. Курск, 305000, Россия. Переводы высылать на этот же адрес на имя зам. председателя ФРС — Мовчан Анатолий Алексеевич.

*В подборке "НЛД" использована информация из Интернета <**www.qrz.ru, www.srr.ru**>, UA2FO, UY5XE, RA3WDK, RU3AX и RW3DFQ.*

# Соревнования на диапазоне 160 метров

Подведены итоги соревнований на диапазоне 160 метров на призы журнала "Радио", проводившихся редакцией журнала "Радио" 20 декабря 2002 г. В приведенных результатах жирным шрифтом выделены позывные абсолютных победителей, победителей по странам и по радиолюбительским районам России (все они отмечены дипломами журнала "Радио"). За лучшие результаты в "одномодной" работе дипломами отмечены RW4CME и UA0ACG (соответственно SSB и CW). Данные приведены в следующей последовательности: место, позывной, число связей, число очков, вид работы.

**Индивидуальные радиостанции (взрослые участники)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **UA9AM** | **163** | **486** | **Mix** |
| 2 | UA9AT | 154 | 468 | Mix |
| **3** | **RW4PL** | **151** | **409** | **Mix** |
| 4 | RZ9UA/9 | 105 | 336 | Mix |
| 5 | RW4PY | 122 | 292 | Mix |
| 6 | RZ9YW | 101 | 285 | Mix |
| **7** | **RW4CME** | **112** | **266** | **SSB** |
| 8 | RU9TC | 91 | 247 | Mix |
| **9** | **RZ3RC** | **117** | **242** | **Mix** |
| 10 | RA9YJ | 82 | 220 | Mix |
| 11 | UA9CSG | 79 | 215 | SSB |
| 12 | UA4FSQ | 98 | 207 | SSB |
| **13** | **RK6BZ** | **95** | **204** | **Mix** |
| 14 | RZ9IR | 82 | 191 | Mix |
| **15** | **RA3RIU** | **92** | **190** | **SSB** |
| 16 | RW9IM | 95 | 193 | Mix |
| 17 | RA4AR | 86 | 185 | Mix |
| **18** | **RW0AR** | **72** | **180** | **Mix** |
| 19 | RW3GB | 86 | 171 | Mix |
| **20** | **UR5MNZ** | **77** | **170** | **SSB** |
| 21 | RV4LC | 80 | 168 | Mix |
| 22 | UU2JA | 60 | 166 | Mix |
| **23** | **UA0ACG** | **49** | **164** | **CW** |
| 24 | RA4PVO | 77 | 163 | SSB |
| 25 | RA4PTI | 71 | 155 | SSB |
| 26 | UX5NQ | 59 | 153 | Mix |
| 27 | RA3DOX | 59 | 151 | Mix |
| 28 | UA4HJ | 66 | 148 | Mix |
| 29 | RZ6ASO | 64 | 146 | Mix |
| 30 | UT3MC | 66 | 145 | SSB |
| 31 | RX9UKF | 57 | 144 | SSB |
| 32 | RA0AM | 63 | 141 | Mix |
| 33 | UR3QFB | 64 | 138 | SSB |
| 34 | UA4LU | 53 | 137 | Mix |
| 35 | RU3GN | 54 | 131 | Mix |
| 36 | RX9CGD | 53 | 128 | SSB |
| 37 | RZ3DO | 58 | 123 | SSB |
| 38 | UA9WUT | 61 | 119 | SSB |
| 39 | RX3DQN | 56 | 115 | SSB |
| **40** | **RN1NP** | **45** | **113** | **SSB** |
| **41** | **EW6FW** | **54** | **101** | **SSB** |
| 42 | RA9FIJ | 40 | 82 | SSB |
| 43 | RX3QDF | 44 | 81 | SSB |
| 44 | UA9LIF | 31 | 80 | SSB |
| 45 | RA1QKB | 31 | 75 | Mix |
| 46 | RA4PIE | 38 | 69 | SSB |
| **47** | **UA2FZ** | **21** | **61** | **Mix** |
| 48 | UA9YVI | 24 | 58 | SSB |
| 49 | UA6ATG | 17 | 37 | Mix |
| 50 | UA0QGM | 10 | 28 | Mix |
| 51 | RK0SXR | 7 | 7 | Mix |
| 52 | UA0SEP | 2 | 2 | Mix |
| 53 | UA0SGB | 2 | 2 | SSB |
| 54 | UA0SQU | 2 | 2 | SSB |
| 55 | RW0SP | 2 | 2 | CW |
| 56 | UA0SIK | 1 | 1 | SSB |

**Коллективные радиостанции (взрослые участники)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **UA4PXA** | **183** | **491** | **Mix** |
| 2 | RW4LYL | 151 | 382 | Mix |
| **3** | **RK3MZZ** | **144** | **346** | **Mix** |
| **4** | **RZ9UWZ** | **86** | **232** | **Mix** |
| 5 | RK9JWV | 86 | 230 | Mix |
| 6 | RK9MWL | 38 | 99 | SSB |

**Индивидуальные радиостанции (операторы 1984 г. рождения и моложе)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **RZ3RC** | **117** | **242** | **MIX** |
| **2** | **UR3QFB** | **64** | **138** | **SSB** |
| 3 | UR3ABZ | 69 | 119 | SSB |
| **4** | **RA9FIS** | **40** | **82** | **SSB** |
| 5 | UA9LIF | 30 | 78 | SSB |
| 6 | RW9UDI | 39 | 63 | SSB |
| 7 | RK3RWI | 16 | 28 | SSB |

**Коллективные радиостанции (операторы 1984 г. рождения и моложе)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **RX3RXX** | **117** | **232** | **Mix** |
| **2** | **RK4HYT** | **85** | **201** | **Mix** |
| 3 | RK3DZD | 98 | 182 | Mix |
| **4** | **UR4AWL** | **68** | **132** | **Mix** |
| **5** | **UA9UWM** | **53** | **88** | **Mix** |
| 6 | RK3ZWH | 26 | 56 | SSB |
| 7 | UA9UWA | 27 | 37 | SSB |

**Наблюдатели**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1** | **UA3-170-847** | **100** | **218** |
| 2 | RZ3AZA/SWL | 35 | 70 |

Отчеты для контроля: UA4WLI, RA6CO, RW3XX.

# УКВ синтезатор частот

*Алексей ТЕМЕРЕВ (UR5VUL), г. Светловодск, Украина*

***В последнее время в печати появилось не мало синтезаторов для аппаратуры диапазона 144 МГц. Предлагаемый в этой статье вариант синтезатора интересен тем, что в нем применена недорогая микросхема-синтезатор LM7001J, используемая в бытовых радиоприемных устройствах.***

Синтезатор предназначен для работы в приемопередающих устройствах ЧМ с промежуточной частотой 10,7 МГц. Он обеспечивает формирование сигнала с частотой 133,3...135,3 МГц в режиме приема и 144...146 МГц в режиме передачи с шагом сетки частот 25 кГц. В нем предусмотрена возможность сканирования в режиме приема во всем диапазоне рабочих частот. Синтезатор имеет энергонезависимую память на три пользовательские частоты. В ней также "зашиты" 9 репитерных каналов (R0—R8). В режиме передачи в синтезаторе осуществляется частотная модуляция ВЧ сигнала. Питают синтезатор напряжением 8...15 В. Ток потребления — не более 50 мА. Уровень высокочастотного сигнала на его выходе при нагрузке 50 Ом составляет не менее 0,1 В.

## Работа синтезатора

При подаче напряжения питания синтезатор сразу начинает работать на частоте, записанной в 1-й ячейке памяти. Пока напряжение питания ниже 4,2 В, на выводе 1 (RES) микроконтроллера DD1 будет уровень логического нуля, сформированный микросхемой-супервизором DA1, которая формирует сигнал сброса. По достижении данного значения уровень скачкообразно изменится на "1". Это исключает искажение информации ОЗУ, возникающее при плавном нарастании напряжения питания. На индикаторе HG1 отображается частота, на которой синтезатор будет работать в режиме передачи. Для перехода на частоту, записанную в одной из ячеек памяти, необходимо нажать на соответствующую кнопку "1"—"3" (S1 — S3). Каждое нажатие на кнопку "UP" или "DN" (S6 и S7) приводит к смещению рабочей частоты соответственно вверх или вниз на 25 кГц. При нажатии на кнопку "SCAN" (S5) включается режим сканирования во всем диапазоне рабочих частот. При появлении в канале несущей сканирование приостанавливается и возобновляется через несколько секунд после ее пропадания. Сигналом остановки сканирования служит уровень логического нуля, подаваемый на вывод "$\overline{\text{SCAN}}$" синтезатора. Для выхода из режима сканирования достаточно нажать на одну из кнопок "UP", "DN", "SCAN".

При нажатии на кнопку "REP" (S4) синтезатор переходит в режим работы с репитерными каналами. Переход по каналам осуществляется кнопками "UP" и "DN". На индикаторе в этом случае отображается непосредственно номер канала (R0 — R8). Сканирование в репитерном режиме не предусмотрено. Выход из данного режима производится повторным нажатием на кнопку "REP".

Для записи частоты в ячейку памяти необходимо набрать на индикаторе значение частоты, нажать кнопку с номером ячейки и, не отпуская ее, нажать кнопку "REP". При выключении питания информация, записанная в ячейках памяти, сохраняется.

## Принцип действия

Внутренняя структура микросхемы LM7001, согласно документации, позволяет построить синтезатор частоты на частоты 45...130 МГц с шагом 25, 50 или 100 кГц. Однако несколько имеющихся у автора экземпляров этой микросхемы без проблем работали на частотах любительского диапазона 2 метра. Более подробно об этой микросхеме можно узнать из [3] или в Интернете на сайтах с технической информацией (например, на [4]).

Электрическая принципиальная схема синтезатора приведена на **рис. 1**.

Управление микросхемой синтезатора осуществляется с помощью микроконтроллера DD1 AT90S1200. Этот тип контроллера выбран автором как один из самых дешевых на рынке. Индикация частоты производится с помощью ЖКИ индикатора, применяемого в импортных телефонах и АОНах. Микроконтроллер DD1 при нажатии клавиш обрабатывает команды, выдает данные в индикатор и управляет работой синтезатора DA2 по трехпроводной шине (выводы 6, 7, 8 DD1). Он тактируется от внутреннего генератора DA2, работающего на частоте 7,2 МГц. Для перевода синтезатора в режим передачи необходимо подать нулевой логический уровень на вывод "$\overline{\text{TX}}$" синтезатора.

Генератор управляющего напряжения (ГУН) собран на транзисторе VT3 по схеме "емкостной трехточки". В качестве элемента перестройки частоты используется варикап VD5. Катушка индуктивности ГУН состоит из двух час-

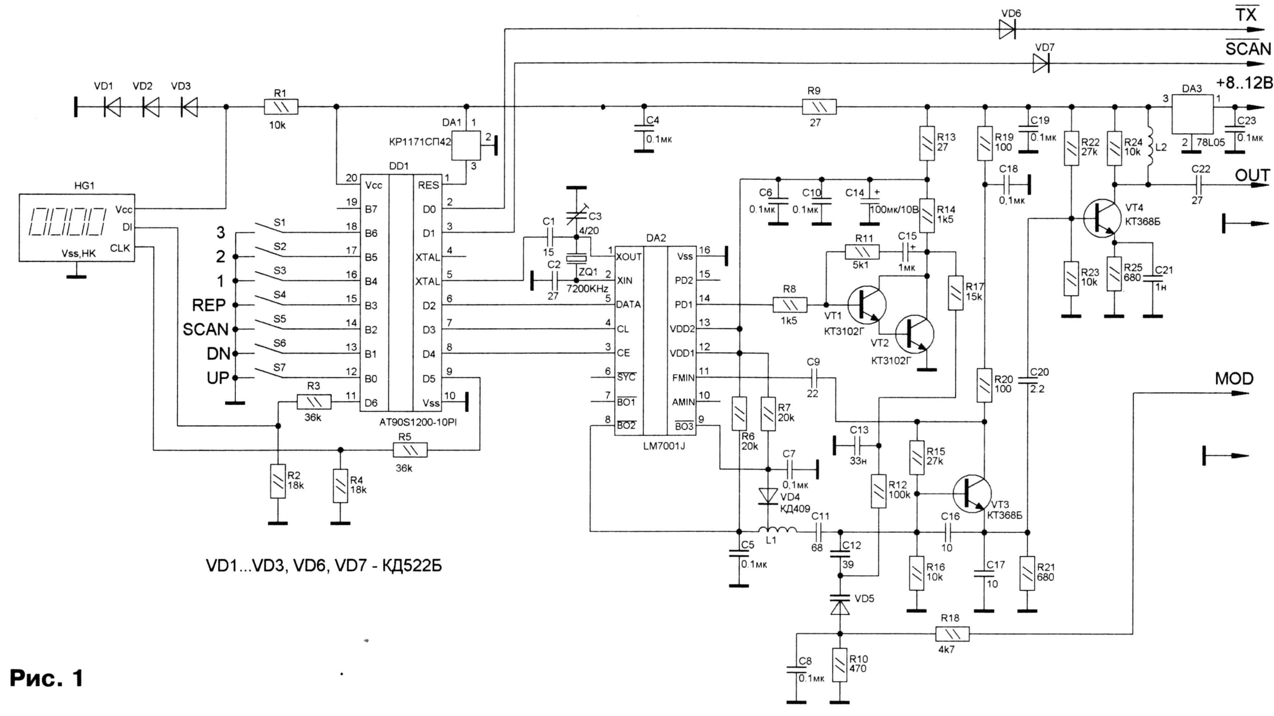



**Рис. 1**

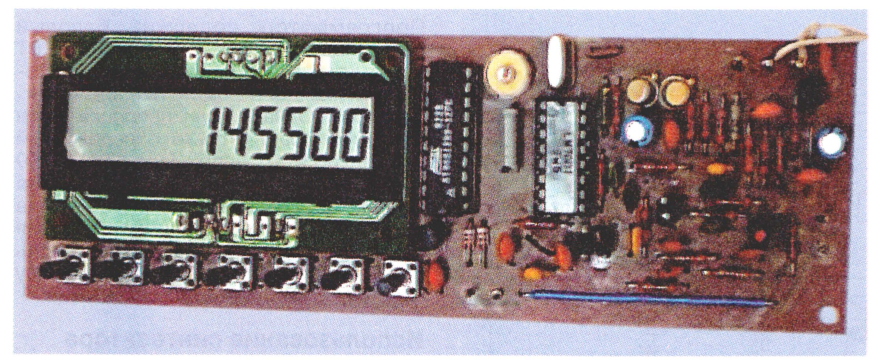



Рис. 2

Напряжение питания индикатора HG1 (1,5 В) снимают с делителя R1VD1 — VD3. Для согласования уровней логических сигналов, подаваемых на индикатор, используют резистивные делители R2 — R5.

## Конструкция и детали

Вся конструкция собрана на одной печатной плате размерами 148×50 мм, выполненной из одностороннего текстолита (**рис. 2**). Чертеж ее трассировки приведен на **рис. 3** , а расположение элементов — на **рис. 4**.

В конструкции использованы постоянные конденсаторы типа К10-17 или КМ. Подстроечный конденсатор С3 —

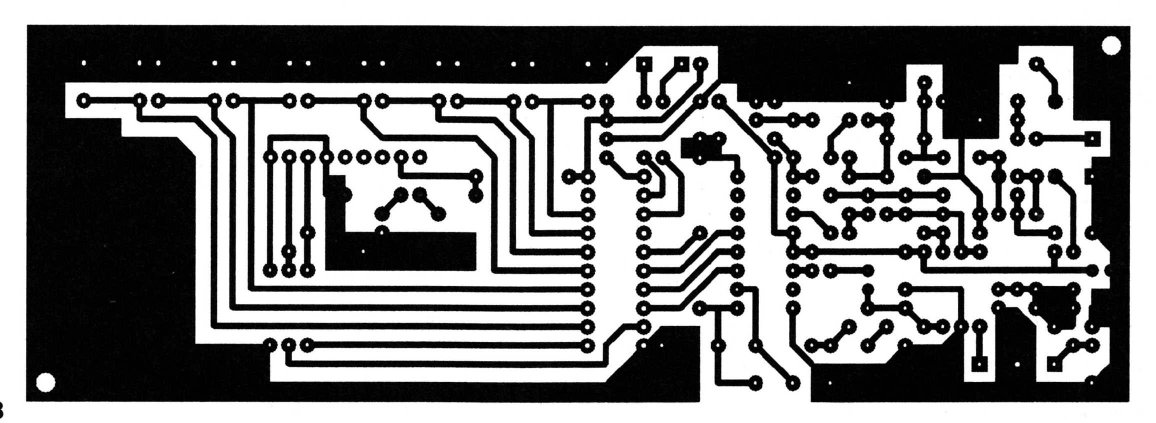


Рис. 3

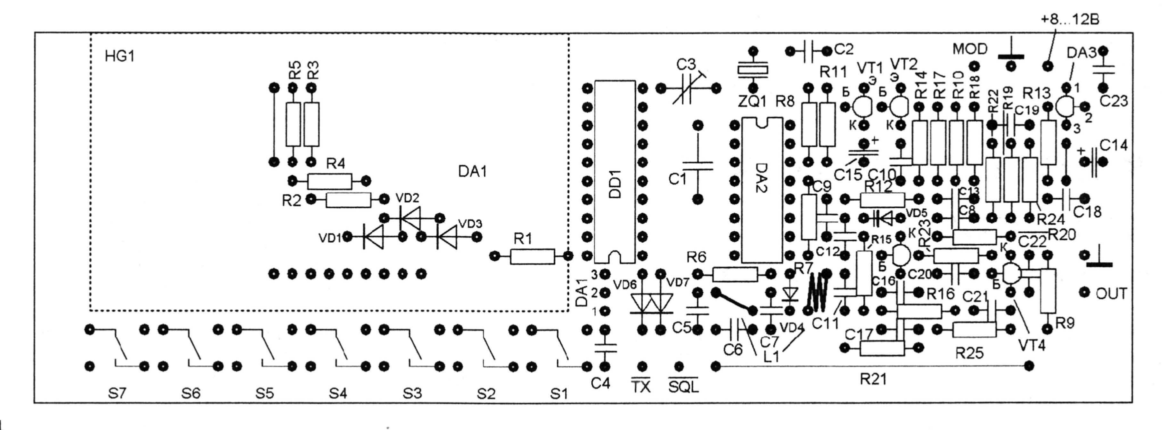



Рис. 4

тей. В режиме приема "работают" обе части катушки, при передаче — только одна (большая) часть. Открытые стоки трех ключей ($\overline{\mathrm{BO1}}$ — $\overline{\mathrm{BO3}}$) на полевых транзисторах, входящих в состав микросхемы LM7001, подключены к ее выводам 7—9 . Состояние этих ключей изменяется при изменении соответствующих битов управления. Микросхема программируется так, что во время приема ключ $\overline{\mathrm{BO2}}$ закрыт, а $\overline{\mathrm{BO3}}$ — открыт. При этом диод VD4 закрыт и катушка L1 полностью включена. При переходе в режим передачи ключ $\overline{\mathrm{BO2}}$ открывается, $\overline{\mathrm{BO3}}$ — закрывается, открывается диод VD4 и емкость С7 заземляет по переменному току меньшую часть катушки. Буферный каскад сигнала ГУН собран на транзисторе VT4.

Составной каскад, собранный на транзисторах VT1 и VT2, выполняет роль инвертирующего усилителя сигнала ошибки ФАПЧ и активного фильтра.

В режиме передачи сигнал синтезатора модулируется по частоте речевым сигналом, подаваемым на вход "MOD" синтезатора. Уровень частотной девиации выходного сигнала зависит от амплитуды речевого. Амплитуда речевого сигнала должна быть такой, чтобы обеспечить девиацию выходного сигнала в необходимых пределах. Ее величину целесообразно подбирать уже в собранной радиостанции. Качество передаваемого сигнала можно оценить с помощью близкорасположенного контрольного приемника.

типа КТ4-23. Электролитические конденсаторы С14 и С15 — типа К50-35. Постоянные резисторы — типа С2-23, С1-4. Для перестройки ГУН автор применил имеющиеся у него в наличии варикапы КВ134АТ-9. Вместо них с успехом можно применить любые высокочастотные низковольтные варикапы с начальной емкостью 18—22 пФ. Микросхему-супервизор DA1 можно заменить импортным аналогом PST529D. В качестве индикатора использован десятиразрядный ЖК модуль с контроллером HT1611 фирмы Holtek. Катушка индуктивности L1 имеет 0,5 и 2,5 витка (считая от "холодного" конца) проводом 0,45 мм на оправке 4 мм. Дроссель L2 намотан на резисторе R24 и содержит 15 витков провода диаметром 0,15 мм.

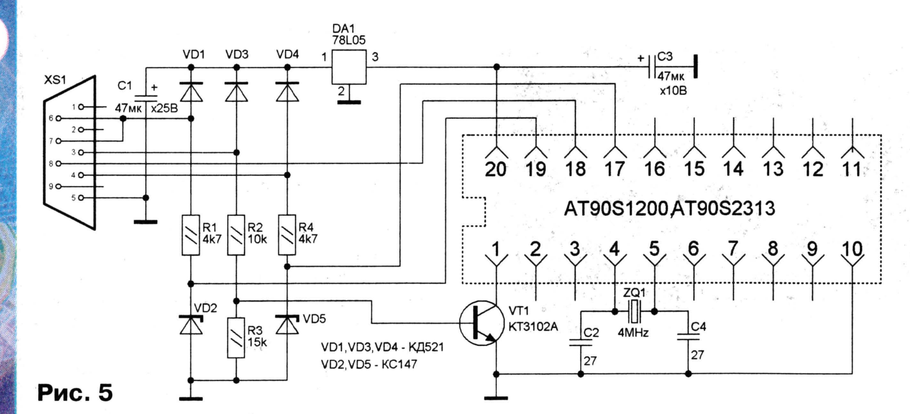



**Рис. 5**

## Настройка

После сборки синтезатора необходимо отпаять верхний (по схеме) вывод резистора R17 и подать на него напряжение +2,5 В от внешнего источника. Включив синтезатор, его переводят в режим передачи и на выходе «OUT» с помощью частотомера замеряют частоту ГУН. Сдвигая и раздвигая витки большей части катушки индуктивности L1, добиваются того, чтобы частота генерируемого сигнала была как можно ближе к значению 145,5 МГц. После этого синтезатор переключают в режим приема и снова контролируют значение частоты. Изменением формы меньшей части катушки устанавливают частоту, генерируемую ГУН, близкой к 134,8 МГц. По окончании подстройки частоты ГУН витки катушки фиксируют парафином или воском, вывод резистора R17 запаивают в плату. Далее к выходу синтезатора подключают частотомер. Подстройкой С3 добиваются того, чтобы частота генерируемого сигнала на любом канале отличалась от требуемой не более чем на несколько сотен герц. Заключительный этап — проверка работы синтезатора во всех режимах. Управляющее напряжение на варикапе в рабочем диапазоне частот должно быть в пределах 1,5...4,5 В.

## Программирование микроконтроллера

Для программирования AT90S1200 автор воспользовался программатором PonyProg2000, разработанным Клаудио Ланконелли. Последние релизы программного обеспечения, схемы программаторов для различных типов микроконтроллеров и подробную инструкцию по использованию можно найти в [5], также полезную информацию о использовании программатора можно почерпнуть из [1].

Программатор содержит базовый блок, подключаемый к COM или LPT порту компьютера, и сменные адаптеры для каждого семейства микроконтроллеров. Однако если предполагается программировать только определенный тип микросхем, например, AT90S1200 и AT90S2313, то можно воспользоваться упрощенным адаптером для СОМ-порта (**рис. 5**). Данные для программирования микроконтроллера и ОЗУ можно скачать с ftp-сервера редакции по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2003/04/sintez>**.

## Использование синтезатора

При эксплуатации синтезатора для уменьшения паразитных наводок, снижающих качество сигнала, его необходимо помещать в экранированный отсек. Конструкция, предложенная автором (расположение микроконтроллера, микросхемы синтезатора и ГУН на одной плате), не всегда оказывается удобной. По необходимости можно микросхему синтезатора и ГУН расположить на отдельной плате, также применить другую схему ГУН. Изменять программу прошивки микроконтроллера при этом не нужно.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долгий А.** Разработка и отладка устройств на МК. — Радио, 2001, № 6, с. 24—26; 2001, № 7, с. 19—21.

2. **Матанцев А.** Контроллер и синтезатор. — Радио, 2001, № 3, с. 62, 63.

3. Справочный листок. — Радио, 2003, № 4, с. 49, 50.

4. Сайт **<www.promelec.ru>** в разделе "описания".

5. Сайт **<www.lancos.com>**.

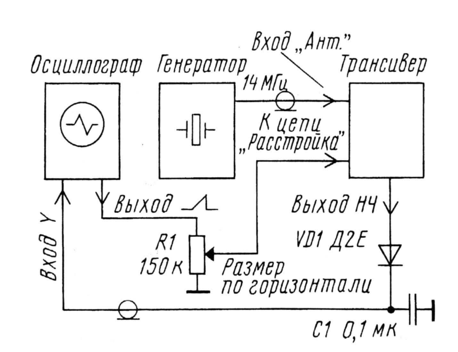
# Как посмотреть АЧХ трансивера

***Владимир РУБЦОВ (UN7BV), г. Астана, Казахстан***

Посмотреть АЧХ приемного тракта трансивера с помощью ГКЧ удобно, быстро и наглядно. Но для этого, как минимум, нужно иметь ГКЧ. Однако и не имея такого прибора, можно увидеть желаемую картинку, использовав для этого осциллограф и простой самодельный кварцевый генератор. Из нескольких возможных вариантов измерений выбор был остановлен на варианте с наименьшим вмешательством в схему исследуемого аппарата.

Схема подключения приборов для просмотра АЧХ трансивера показана на **рисунке**. В качестве индикатора автор использовал осциллограф С1-67. Напряжение пилообразной формы с соответствующего выхода осциллографа подается на переменный резистор R1, с помощью которого регулируется размер просматриваемого участка характеристики по горизонтали. С ползунка резистора R1 напряжение «пилы» подается на варикап расстройки ГПД трансивера. Цепи регулировки расстройки трансивера при этом отсоединяются от варикапа.

На антенный вход трансивера подают сигнал от любого кварцевого гетеродина с частотой выбранного диапазона




(например, с частотой 14,2 МГц для диапазона 14 МГц). Выход усилителя НЧ трансивера через выпрямитель напряжения НЧ сигнала, состоящий из диода VD1 и конденсатора С1, соединяют с входом усилителя вертикального отклонения (Y) осциллографа.

Осциллограф переключают в режим измерения постоянных напряжений. Чувствительность входа устанавливают равной 0,2 В/на деление. Синхронизация осциллографа внутренняя (+). Длительность развертки —10 мс.

Размер изображения по вертикали устанавливают регулятором трансивера «Усиление по НЧ». Смещение изображения «вправо—влево» производят изменением частоты настройки трансивера. Ширину полосы пропускания основного элемента селекции определяют по цифровой шкале трансивера при медленном качании. Манипулируя резистором R1 и ручкой настройки трансивера, добиваются соответствия калибровочной сетки осциллографа соответствующим значениям частоты (по цифровой шкале трансивера). АРУ трансивера надо выключить.

На экране осциллографа будет наблюдаться АЧХ именно основного элемента селекции трансивера, так как остальные элементы селекции и различные усилительные каскады (входные контуры, УРЧ, УПЧ, УНЧ) имеют гораздо более широкую полосу пропускания. Все основные параметры исследуемого фильтра определяют по той же методике, что и при использовании ГКЧ. ■

# В Министерстве РФ по связи и информатизации

В начале марта прошло расширенное заседание коллегии Министерства Российской Федерации по связи и информатизации "Итоги работы отрасли связи и информатизации за 2002 год и задачи на 2003 год". С основным докладом на коллегии выступил министр РФ Л. Рейман. Ниже приведены некоторые из положений, прозвучавших в его докладе.

*"В 2002 году введено в эксплуатацию более 50 тыс. км кабельных и радиорелейных линий связи, 3 млн номеров автоматических телефонных станций фиксированной связи ГТС и СТС и более 13 млн номеров подвижной телефонной связи, свыше 70 тыс. каналов междугородных и международных телефонных станций".*

*"Развитие местной телефонной связи в 2002 году осуществлялось, в основном, на базе современных цифровых АТС, что позволило повысить качество и расширить спектр предоставляемых услуг (услуги доступа в Интернет, ISDN, телематические службы, услуги интеллектуальных сетей)".*

*"Прирост количества основных телефонных аппаратов за 2002 год составил 1,8 млн единиц, что составляет 105,9 % по сравнению с 2001 годом, из них около 90 % установлены у населения".*

*"На ближайшие годы одной из наиболее сложных задач, решаемых региональными операторами электросвязи, является замена АТС декадно-шаговых систем на современные цифровые системы коммутации, так как это требует больших капитальных вложений. В прошедшем году было выведено из эксплуатации около 739 тыс. номеров аналоговых АТС."*

*"В итоговом году сохранились высокие темпы развития сетей сотовой подвижной связи. Так, количество абонентов сотовой связи Российской Федерации увеличилось на 121 %, с 8,04 млн до 18 млн. Уровень проникновения сотовой связи в Российской Федерации за 2002 год вырос с 5,6 % до 12,5 %".*

*"К концу года количество региональных абонентов увеличилось более чем в три раза по сравнению с концом 2001 года и превысило 8,5 млн.*

*Прошлый год стал поворотным для операторов стандарта первого поколения NMT-450. Завершился длительный этап работ по выбору радиотехнологии для цифровизации диапазона 450 МГц".*

*"Операторы, создавая новые цифровые сети IMT-MC-450, должны продолжать оказывать услуги связи и в сетях NMT-450".*

*"В области спутниковой связи основным направлением работы в 2002 году было обеспечение реализации постановления Правительства Российской Федерации от 25.08.2001 № 626 «О мерах по обеспечению государственной поддержки развертывания и функционирования гражданских спутниковых систем связи и вещания государственного назначения», в соответствии с которым произведен запуск космического аппарата связи «Экспресс А № 4» в орбитальную позицию 40 градусов в. д. Таким образом, в настоящее время российская орбитальная группировка пополнилась шестью космическими аппаратами (три КА «Экспресс-А», «Ямал-100», «Горизонт-45» и «Экран-18»)".*

*"Завершена разработка проекта Концепции регионального Плана телерадиовещания с учетом предстоящего пересмотра в 2004—2002 годах плана «Стокгольм-61» и расширения зоны его действия от 40 град. в. д. до 170 град. в. д. Наличие Концепции позволит Администрации связи России своевременно подготовить соответствующие вклады на Всемирную конференцию радиосвязи 2004—2005 годов по принципам, методам и критериям планирования регионального телерадиовещания в новых условиях".*

*"Минсвязи России совместно с Росавиакосмосом необходимо в 2003 году целенаправленно координировать работы по дальнейшему производству пяти КА серии «Экспресс-АМ» и средств выведения на геостационарную орбиту (пяти комплексов ракет носителей «Протон», разгонных блоков и обтекателей), а также по созданию и запуску в IV квартале 2003 года космического аппарата «Экспресс-АМ22».*

*"В рамках модернизации почты и внедрения новых информационных технологий в 2002 году начата реализация инновационных проектов.*

***Проект «Кибер-почта@»**. Позволяет населению самых отдаленных регионов пользоваться услугами доступа в Интернет. Использование сети федеральной почтовой связи для организации пунктов коллективного пользования Интернет существенно снижает остроту проблемы «информационного неравенства». С августа 2001 года, в процессе реализации программы ввода в эксплуатацию пунктов коллективного доступа в Интернет (КиберПочт@ на сети федеральной почтовой связи), услугами ПКД воспользовались более 1,9 млн человек, полученные доходы составили свыше 37 млн рублей. На 1 января 2003 года открыто более 2,6 тыс. ПКД".*

*"По предварительным данным в 2002 году компьютерный парк России увеличился по сравнению с предыдущим годом на 20 % и составил 9 ед. на 100 человек населения. Количество пользователей Интернетом, регулярно входящих в сеть, возросло на 39 % и достигло 6 млн человек, что составляет 4,2 % населения страны. Объем отечественного ИТ рынка вырос на 9 % и составил более 4 млрд долларов США".*

*"В рамках реализации Концепции рынка телекоммуникационных услуг Российской Федерации Минсвязи России проводится работа по совершенствованию нормативной базы отрасли. Законопроект "О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «О связи» внесен Правительством Российской Федерации в Государственную Думу, где был одобрен 30 ноября 2002 года в первом чтении. В настоящий момент проект закона находится в стадии подготовки ко второму чтению. Законопроект направлен на преодоление существующих в отрасли диспропорций и призван создать условия для гарантированного предоставления высококачественных услуг связи на всей территории Российской Федерации, существенного повышения инвестиционной привлекательности отрасли, обеспечить ускоренное развитие современной национальной инфраструктуры связи, способствовать улучшению предпринимательского климата на рынке телекоммуникационных услуг.*

*При подготовке законопроекта в Государственной думе ко второму чтению необходимо максимально полно учесть замечания и предложения субъектов законодательной инициативы, направленные на конкретизацию норм прямого действия, устранение коллизий с действующими и вновь принимаемыми законами, более четкое определение императивных норм закона, устранение излишних административных барьеров в развитии сектора связи».*

*"В 2002 году учебными заведениями подготовлено более 11 тыс. дипломированных специалистов, в том числе 5 тыс. — с высшим профессиональным образованием и 6 тыс. — со средним профессиональным образованием, при этом 80 % выпускников подготовлены по новым информационным технологиям, прошли переподготовку и повышение квалификации около 6 тыс. работников предприятий и организаций связи".*

*"Основным событием 2002 года стала Полномочная конференция МСЭ, проходившая в период с 23 сентября по 18 октября в г. Марракеш, Марокко. В ходе Полномочной конференции делегации Российской Федерации под моим руководством удалось добиться выполнения всех стратегически важных задач, поставленных Правительством Российской Федерации.*

*Главным достижением России стало избрание заместителя министра Российской Федерации по связи и информатизации Тимофеева Валерия Викторовича на одну из высших руководящих должностей Союза — пост Директора Бюро радиосвязи. Россия была переизбрана в руководящий орган МСЭ — Совет, при этом получив наибольшую поддержку в своем регионе.*

*Важным итогом Конференции стало принятие Резолюции об использовании МСЭ с 1 января 2005 года на равноправной основе шести официальных языков. Таким образом, успехом завершилась многолетняя работа российской стороны по расширению использования русского языка в этой одной из крупнейших международных организаций системы ООН".*

# Школа начинающего коротковолновика

*Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва*

## Позывные любительских радиостанций

Каждая радиостанция должна иметь позывной сигнал, или сокращенно просто позывной, по которому ее можно отличить в эфире. Позывные для местной (в частности, служебной) радиосвязи, в принципе, могут быть произвольными («Первый, первый — я второй!», «Ромашка вызывает клевер» и т. д.). Но для служебных и любительских радиостанций, сигналы которых выходят за пределы страны и которые могут устанавливать радиосвязи с радиостанциями других стран, позывные должны назначаться в соответствии с международными правилами. Система выдачи позывных была разработана Международным союзом электросвязи и обеспечивает неповторяющиеся позывные для всех радиостанций мира.

По этой системе позывные состоят из нескольких символов (букв и цифр). Международные соглашения определили распределение между всеми странами мира комбинаций из первых трех символов позывного (префикс). Это распределение приведено в **таблице** и используется для формирования позывных как гражданских служебных радиостанций, так и любительских радиостанций. Администрации связи страны (в России это Государственный радиочастотный центр) при выдаче разрешения на эксплуатацию радиостанции присваивают ей позывной, добавляя к префиксу, выделенному для данной страны, несколько символов — суффикс позывного. Установленная внутри каждой страны процедура выдачи позывных исключает повторную выдачу одинаковых суффиксов. В результате позывной представляет собой уникальную комбинацию символов — второй радиостанции с таким позывным в мире не существует.

Заметим, что для позывных используются только буквы латинского алфавита, а префиксы позывных, состоящие из букв и цифр, не содержат цифр 1 и 0. Последнее положение — это исторический казус. Во времена, когда преобладала радиосвязь телеграфом, а радиограммы записывались рукой, эти цифры были исключены из префиксов позывных, чтобы при расшифровке записей не путать их со сходными по начертанию буквами латинского алфавита (I и O).

В международном «Регламенте радиосвязи» содержатся рекомендации по формированию позывных любительских радиостанций. Они должны состоять из первых двух символов префикса из числа выделенных Международным союзом электросвязи данной стране цифры и от одной до трех букв суффикса, т. е. число символов в позывном любительской радиостанции не должно превышать шести. Так, например, позывные российских радиостанций могут быть из блоков RA3A — RA3Z, RA3AA — RA3ZZ, RA3AAA — RA3ZZZ и т. д.

Заметим, что некоторым странам (см. таблицу) выделены полные блоки префиксов. В их числе Россия (RAA — RZZ), США (WAA — WZZ, KAA — KZZ, NAA — NZZ), Великобритания (GAA — GZZ, MAA — MZZ), Италия (IAA — IZZ) и Франция (FAA — FZZ). В этих странах можно выдавать позывные, имеющие до цифры не две, а только одну букву, поскольку в этом случае ее достаточно для однозначной идентификации принадлежности радиостанции к соответствующим странам. Так позывной коллективной радиостанции редакции журнала «Радио» — R3R.

Есть в таблице распределения префиксов и противоречивая ситуация — блоки префиксов с одинаковыми двумя первыми символами разделены между двумя странами. Это блоки 3DA — 3DM (Свазиленд) и 3DN — 3DZ (Фиджи), а также SSA — SSM (Египет) и SSN — SSZ (Судан). Если позывные любительских радиостанций в этих странах формировать в соответствии с рекомендациями Международного союза электросвязи, то однозначной идентификации страны, которой принадлежит радиостанция, не получается. Для Египта и Судана решение нашлось простое. Египет имеет еще один «нормальный» блок (SUA — SUZ) и для позывных любительских радиостанций не использует символы из блока SSA — SNZ. И Судан, в свою очередь, не использует для позывных любительских радиостанций символы из блока SSN — SSZ, а выдает их на основе выделенного ему «нормального» блока STA — STZ. Ситуация с Свазилендом и Фиджи сложнее, поскольку у них других блоков префиксов (кроме упомянутых выше) нет. Им пришлось договориться уже между собой и «разделить» между собой третий символ позывных — цифру (3D2 — Фиджи, 3D6 — Свазиленд).

Если префиксы позывных определены международными соглашениями, то порядок использования цифр и остальных символов позывных — исключительное право Администрации связи страны. По этой причине в некоторых странах эти символы несут дополнительную смысловую нагрузку, а в некоторых являются лишь очередной комбинацией для образования нового позывного.

Нередко цифра позывного обозначает часть страны, в которой находится радиостанция — так называемый «радиолюбительский район». Этого принципа формирования позывных любительских радиостанций придерживаются многие страны, в том числе и Россия. В некоторых странах цифры сами по себе или в сочетании с различными префиксами обозначают

(Окончание см. на с. 68)

| Префикс | Страна |
|---|---|
| AAA-ALZ | США |
| AMA-AOZ | Испания |
| APA-ASZ | Пакистан |
| ATA-AWZ | Индия |
| AXA-AXZ | Австралия |
| AYA-AZZ | Аргентина |
| A2A-A2Z | Ботсвана |
| A3A-A3Z | Тонга |
| A4A-A4Z | Оман |
| A5A-A5Z | Бутан |
| A6A-A6Z | ОАЭ |
| A7A-A7Z | Катар |
| A8A-A8Z | Либерия |
| A9A-A9Z | Бахрейн |
| BAA-BZZ | Китай |
| CAA-CEZ | Чили |
| CFA-CKZ | Канада |
| CLA-CMZ | Куба |
| CNA-CNZ | Марокко |
| COA-COZ | Куба |
| CPA-CPZ | Боливия |
| CQA-CUZ | Португалия |
| CVA-CXZ | Уругвай |
| CYA-CZZ | Канада |
| C2A-C2Z | Науру |
| C3A-C3Z | Андорра |

| Префикс | Страна |
|---|---|
| C4A-C4Z | Кипр |
| C5A-C5Z | Гамбия |
| C6A-C6Z | Багамские Острова |
| C8A-C9Z | Мозамбик |
| DAA-DRZ | Германия |
| DSA-DTZ | Южная Корея |
| DUA-DZZ | Филиппины |
| D2A-D3Z | Ангола |
| D4A-D4Z | Острова Зеленого Мыса |
| D5A-D5Z | Либерия |
| D6A-D6Z | Коморские Острова |
| D7A-D9Z | Южная Корея |
| EAA-EHZ | Испания |
| EIA-EJZ | Ирландия |
| EKA-EKZ | Армения |
| ELA-ELZ | Либерия |
| EMA-EOZ | Украина |
| EPA-EQZ | Иран |
| ERA-ERZ | Молдова |
| ESA-ESZ | Эстония |
| ETA-ETZ | Эфиопия |
| EUA-EWZ | Беларусь |
| EXA-EXZ | Кыргизстан |
| EYA-EYZ | Таджикистан |
| EZA-EZZ | Туркменистан |
| E2A-E2Z | Таиланд |

| Префикс | Страна |
|---|---|
| E3A-E3Z | Эритрея |
| E4A-E4Z | Палестина |
| FAA-FZZ | Франция |
| GAA-GZZ | Соединенное Королевство |
| HAA-HAZ | Венгрия |
| HBA-HBZ | Швейцария |
| HCA-HDZ | Эквадор |
| HEA-HEZ | Швейцария |
| HFA-HFZ | Польша |
| HGA-HGZ | Венгрия |
| HHA-HHZ | Гаити |
| HIA-HIZ | Доминиканская Республика |
| HJA-HKZ | Колумбия |
| HLA-HLZ | Южная Корея |
| HMA-HMZ | КНДР |
| HNA-HNZ | Ирак |
| HOA-HPZ | Панама |
| HQA-HRZ | Гондурас |
| HSA-HSZ | Таиланд |
| HTA-HTZ | Никарагуа |
| HUA-HUZ | Сальвадор |
| HVA-HVZ | Ватикан |
| HWA-HYZ | Франция |
| HZA-HZZ | Саудовская Аравия |
| H2A-H2Z | Кипр |
| H3A-H3Z | Панама |

| Префикс | Страна |
|---|---|
| H4A-H4Z | Соломоновы Острова |
| H6A-H7Z | Никарагуа |
| H8A-H9Z | Панама |
| IAA-IZZ | Италия |
| JAA-JSZ | Япония |
| JTA-JVZ | Монголия |
| JWA-JXZ | Норвегия |
| JYA-JYZ | Иордания |
| JZA-JZZ | Индонезия |
| J2A-J2Z | Джибути |
| J3A-J3Z | Гренада |
| J4A-J4Z | Греция |
| J5A-J5Z | Гвинея-Бисау |
| J6A-J6Z | Сент-Люсия |
| J7A-J7Z | Доминика |
| J8A-J8Z | Сент-Винсент и Гренадины |
| KAA-KZZ | США |
| LAA-LNZ | Норвегия |
| LOA-LWZ | Аргентина |
| LXA-LXZ | Люксембург |
| LYA-LYZ | Литва |
| LZA-LZZ | Болгария |
| L2A-L9Z | Аргентина |
| MAA-MZZ | Соединенное Королевство |
| NAA-NZZ | США |
| OAA-OCZ | Перу |
| ODA-ODZ | Ливан |
| OEA-OEZ | Австрия |
| OFA-OJZ | Финляндия |
| OKA-OLZ | Чехия |
| OMA-OMZ | Словакия |
| ONA-OTZ | Бельгия |
| OUA-OZZ | Дания |
| PAA-PIZ | Нидерланды |
| PJA-PJZ | Антильские острова |
| PKA-POZ | Индонезия |
| PPA-PYZ | Бразилия |
| PZA-PZZ | Суринам |
| P2A-P2Z | Папуа и Новая Гвинея |
| P3A-P3Z | Кипр |
| P4A-P4Z | Аруба |
| P5A-P9Z | КНДР |
| RAA-RZZ | Россия |
| SAA-SMZ | Швеция |
| SNA-SRZ | Польша |
| SSA-SSM | Египет |
| SSN-STZ | Судан |
| SUA-SUZ | Египет |
| SVA-SZZ | Греция |
| S2A-S3Z | Бангладеш |
| S5A-S5Z | Словения |
| S6A-S6Z | Сингапур |
| S7A-S7Z | Сейшельские Острова |
| S8A-S8Z | ЮАР |
| S9A-S9Z | Сан-Томе и Принсипи |
| TAA-TCZ | Турция |
| TDA-TDZ | Гватемала |
| TEA-TEZ | Коста-Рика |
| TFA-TFZ | Исландия |
| TGA-TGZ | Гватемала |
| THA-THZ | Франция |
| TIA-TIZ | Коста-Рика |
| TJA-TJZ | Камерун |
| TKA-TKZ | Франция |
| TLA-TLZ | ЦАР |
| TMA-TMZ | Франция |
| TNA-TNZ | Конго |
| TOA-TQZ | Франция |
| TRA-TRZ | Габон |
| TSA-TSZ | Тунис |
| TTA-TTZ | Чад |
| TUA-TUZ | Берег Слоновой Кости |
| TVA-TXZ | Франция |
| TYA-TYZ | Бенин |

| Префикс | Страна |
|---|---|
| TZA-TZZ | Мали |
| T2A-T2Z | Тувалу |
| T3A-T3Z | Кирибати |
| T4A-T4Z | Куба |
| T5A-T5Z | Сомали |
| T6A-T6Z | Афганистан |
| T7A-T7Z | Сан-Марино |
| T8A-T8Z | Палау |
| T9A-T9Z | Босния-Герцоговина |
| UAA-UIZ | Россия |
| UJA-UMZ | Узбекистан |
| UNA-UQZ | Казахстан |
| URA-UZZ | Украина |
| VAA-VGZ | Канада |
| VHA-VNZ | Австралия |
| VOA-VOZ | Канада |
| VPA-VSZ | Соединенное Королевство |
| VTA-VWZ | Индия |
| VXA-VYZ | Канада |
| VZA-VZZ | Австралия |
| V2A-V2Z | Антигуа и Барбуда |
| V3A-V3Z | Белиз |
| V4A-V4Z | Сент-Киттс и Невис |
| V5A-V5Z | Намибия |
| V6A-V6Z | Микронезия |
| V7A-V7Z | Маршаловы острова |
| V8A-V8Z | Бруней |
| WAA-WZZ | США |
| XAA-XIZ | Мексика |
| XJA-XOZ | Канада |
| XPA-XPZ | Дания |
| XQA-XRZ | Чили |
| XSA-XSZ | Китай |
| XTA-XTZ | Буркина Фасо |
| XUA-XUZ | Кампучия |
| XVA-XVZ | Вьетнам |
| XWA-XWZ | Лаос |
| XXA-XXZ | Португалия |
| XYA-XZZ | Бирма |
| YAA-YAZ | Афганистан |
| YBA-YHZ | Индонезия |
| YIA-YIZ | Ирак |
| YJA-YJZ | Вануату |
| YKA-YKZ | Сирия |
| YLA-YLZ | Латвия |
| YMA-YMZ | Турция |
| YNA-YNZ | Никарагуа |
| YOA-YRZ | Румыния |
| YSA-YSZ | Сальвадор |
| YTA-YUZ | Югославия |
| YVA-YYZ | Венесуэла |
| YZA-YZZ | Югославия |
| ZAA-ZAZ | Албания |
| ZBA-ZJZ | Соединенное Королевство |
| ZKA-ZMZ | Новая Зеландия |
| ZNA-ZOZ | Соединенное Королевство |
| ZPA-ZPZ | Парагвай |
| ZQA-ZQZ | Соединенное Королевство |
| ZRA-ZUZ | ЮАР |
| ZVA-ZZZ | Бразилия |
| Z2A-Z2Z | Зимбабве |
| Z3A-Z3Z | Македония |
| 2AA-2ZZ | Соединенное Королевство |
| 3AA-3AZ | Монако |
| 3BA-3BZ | Маврикий |
| 3CA-3CZ | Экваториальная Гвинея |
| 3DA-3DM | Свазиленд |
| 3DN-3DZ | Фиджи |
| 3EA-3FZ | Панама |
| 3GA-3GZ | Чили |
| 3HA-3UZ | Китай |
| 3VA-3VZ | Тунис |
| 3WA-3WZ | Вьетнам |
| 3XA-3XZ | Гвинея |

| Префикс | Страна |
|---|---|
| 3YA-3YZ | Норвегия |
| 3ZA-3ZZ | Польша |
| 4AA-4CZ | Мексика |
| 4DA-4IZ | Филиппины |
| 4JA-4KZ | Азербайджан |
| 4LA-4LZ | Грузия |
| 4MA-4MZ | Венесуэла |
| 4NA-4OZ | Югославия |
| 4PA-4SZ | Шри Ланка |
| 4TA-4TZ | Перу |
| 4UA-4UZ | ООН |
| 4VA-4VZ | Гаити |
| 4WA-4WZ | Восточный Тимор |
| 4XA-4ZZ | Израиль |
| 5AA-5AZ | Ливия |
| 5BA-5BZ | Кипр |
| 5CA-5GZ | Марокко |
| 5HA-5IZ | Танзания |
| 5JA-5KZ | Колумбия |
| 5LA-5MZ | Либерия |
| 5NA-5OZ | Нигерия |
| 5PA-5QZ | Дания |
| 5RA-5SZ | Мадагаскар |
| 5TA-5TZ | Мавритания |
| 5UA-5UZ | Нигер |
| 5VA-5VZ | Того |
| 5WA-5WZ | Самоа Западное |
| 5XA-5XZ | Уганда |
| 5YA-5ZZ | Кения |
| 6AA-6BZ | Египет |
| 6CA-6CZ | Сирия |
| 6DA-6JZ | Мексика |
| 6KA-6NZ | КНДР |
| 6OA-6OZ | Сомали |
| 6PA-6SZ | Пакистан |
| 6TA-6UZ | Судан |
| 6VA-6WZ | Сенегал |
| 6XA-6XZ | Мадагаскар |
| 6YA-6YZ | Ямайка |
| 6ZA-6ZZ | Либерия |
| 7AA-7IZ | Индонезия |
| 7JA-7NZ | Япония |
| 7OA-7OZ | Йемен |
| 7PA-7PZ | Лесото |
| 7QA-7QZ | Малави |
| 7RA-7RZ | Алжир |
| 7SA-7SZ | Швеция |
| 7TA-7YZ | Алжир |
| 7ZA-7ZZ | Саудовская Аравия |
| 8AA-8IZ | Индонезия |
| 8JA-8NZ | Япония |
| 8OA-8OZ | Ботсвана |
| 8PA-8PZ | Барбадос |
| 8QA-8QZ | Мальдивская Республика |
| 8RA-8RZ | Гайана |
| 8SA-8SZ | Швеция |
| 8TA-8YZ | Индия |
| 8ZA-8ZZ | Саудовская Аравия |
| 9AA-9AZ | Хорватия |
| 9BA-9DZ | Иран |
| 9EA-9FZ | Эфиопия |
| 9GA-9GZ | Гана |
| 9HA-9HZ | Мальта |
| 9IA-9JZ | Замбия |
| 9KA-9KZ | Кувейт |
| 9LA-9LZ | Сьерра-Леоне |
| 9MA-9MZ | Малайзия |
| 9NA-9NZ | Непал |
| 9OA-9TZ | Заир |
| 9UA-9UZ | Бурунди |
| 9VA-9VZ | Сингапур |
| 9WA-9WZ | Малайзия |
| 9XA-9XZ | Руанда |
| 9YA-9ZZ | Тринидад и Тобаго |

# Модулятор на варикапах

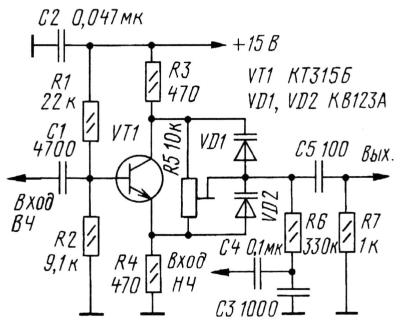
**_Михаил СЫРКИН (UA3ATB), г. Москва_**

**_Балансные модуляторы передающего тракта трансиверов чаще всего выполняют на диодах, транзисторах или микросхемах. Применение в этих устройствах варикапов дает значительные преимущества, о которых и рассказано в предлагаемой статье._**

Весьма интересным модулятором для передающего тракта трансиверов, особенно экономичных трансиверов прямого преобразования, является пассивный модулятор, выполненный на варикапах — полупроводниковых диодах с управляемой емкостью p-n перехода. Будучи реактивными элементами, они почти не поглощают энергии, поэтому выполненный на них модулятор отличается повышенным КПД. Кроме того, он имеет высокое сопротивление по НЧ входу, что облегчает построение микрофонного усилителя. При этом модулятор обеспечивает значительное усиление мощности НЧ сигнала.

В литературе описаны схемы балансных модуляторов на варикапах с симметрирующими трансформаторами [1]. Предлагаемый модулятор не содержит намоточных элементов, поскольку симметрирующий трансформатор заменен высокочастотным фазоинверсным каскадом на транзисторе.

Схема модулятора приведена на **рисунке**. Устройство действует следующим образом. Варикапы VD1 и VD2 включены последовательно между эмиттером




и коллектором транзистора VT1. Постоянное напряжение, имеющееся между этими электродами транзистора, служит одновременно и напряжением смещения для варикапов. Переменный резистор R5 является элементом балансировки модулятора и делит это напряжение примерно пополам. При изменении положения движка резистора напряжение смещения на одном варикапе увеличивается, на другом — уменьшается. Регулировкой добиваются того, чтобы емкость варикапов оказалась одинаковой.

Номиналы резисторов R1 и R2 делителя в цепи базы транзистора VT1 выбраны так, чтобы напряжение между коллектором и эмиттером в отсутствии сигнала было около 7 В при напряжении питания 15 В.

При подаче ВЧ напряжения на базу транзистора VT1, через разделительный конденсатор C1, каскад работает как фазоинвертор и на резисторах R3 и R4 выделяются равные, но противофазные ВЧ напряжения, так как их сопротивления равны, и через них протекает практически один и тот же ток (током базы можно пренебречь). При этом напряжения на VD1 и VD2 тоже одинаковы, следовательно, выходное ВЧ напряжение равно нулю.

Модулирующий звуковой сигнал подается через разделительную цепь R6C4. При положительной полуволне емкость варикапа VD1 увеличивается, а VD2 уменьшается, при отрицательной — наоборот. Баланс моста, образованного резисторами R3, R4 и варикапами, при этом нарушается. На выходе появляются полуволны модулированного DSB сигнала с подавленной несущей.

Не имея симметрирующего трансформатора, данный модулятор свободен от недостатков последнего (трудоемкость намотки, неточность симметрирования, наводки и т. д.) и обладает усилением не только по низкой, но и по высокой частоте, так как входное сопротивление транзисторного каскада существенно выше выходного. Это позволяет подключить модулятор к гетеродину без дополнительных буферных каскадов, а при использовании кварцевой стабилизации даже совместить модулятор с гетеродином [2].

В данном модуляторе заслуживает внимания включение балансировочного резистора R5. Обычно его включают между источником питания и общим проводом, а здесь он включен между эмиттером и коллектором фазоинверсного каскада. Это сделано по следующим соображениям:

1. При изменении режима транзистора, вызванного изменением температуры и других параметров, изменяются напряжения на коллекторе и эмиттере, что в устройстве, собранном по обычной схеме, может привести к разбалансировке каскада. В предложенном варианте включения все напряжения изменяются синхронно, поэтому разбалансировки не происходит.

2. Цепь балансировки не нуждается в дополнительной развязке от источника питания, что снижает фон переменного тока и т. п.

3. Регулировка происходит плавнее, так как резисторы R3 и R4 играют роль ограничительных и уменьшают пределы изменения напряжения на варикапах.

Резисторы R3 и R4 специально выбраны с невысоким сопротивлением, чтобы, во-первых, снизить выходное сопротивление модулятора, а во-вторых, чтобы меньше сказывалась разница выходных сопротивлений фазоинверсного каскада по эмиттерному и коллекторному выходам.

Выходное сопротивление модулятора имеет тот же порядок, что и реактивное сопротивление варикапов на частоте несущей. Из этого следует, что на высоких частотах имеет смысл применять варикапы с малой емкостью, а на низких частотах — с большой. Для лучшего подавления несущей выгодно использовать подобранные по емкости наборы варикапов. Подойдут, например, наборы, предназначенные для селекторов ТВ каналов (КВ123А и им подобные с разбросом емкостей не более 3 %).

Экспериментальная проверка модулятора на частоте 5 МГц показала следующее. При подаче на вход ВЧ напряжения с амплитудой 1,5 В на выходе модулятора был получен DSB сигнал амплитудой 1 В при подавлении несущей более 40 дБ. Амплитуда НЧ напряжения при этом не превосходила 2...3 В. Ее не следует чрезмерно увеличивать, чтобы не зайти в область открывающих напряжений на варикапах [3] и не вызвать нелинейных искажений промодулированного сигнала (ограничения огибающей на пиках НЧ напряжения).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Поляков В. Т.** Радиолюбителям о технике прямого преобразования. — М.: “Патриот”, 1990, с.129.

2. **Поляков В.** Формирователь SSB сигнала. — Радио, 1983, № 3, с. 21.

3. **Степанов Б.** Особенности применения варикапов. — Радио, 2002, № 9, с. 27, 28.

## Школа начинающего коротковолновика

_Окончание. Начало см. на с. 66_

различные классы (категории) любительских радиостанций. Есть страны, где позывные выдают просто подряд.

Буквы, входящие в суффикс позывного, тоже иногда (но гораздо реже) несут смысловую нагрузку. Так в России и некоторых других странах по буквам суффикса можно определить, принадлежит данный позывной личной (индивидуальной) радиостанции или радиостанции коллективного пользования.

В некоторых странах дополнительную информацию несет и префикс позывного. Например, позывные с разными префиксами выдают радиостанциям разных классов (категорий). Или выделяют префиксы для определенных групп радиостанций (например, для иностранных радиолюбителей, работающих с территории данной страны).

Как следует из таблицы, многим странам мира выделено более одного префикса. Обычно для выдачи регулярных позывных используют не все из них, сохраняя часть префиксов в резерве и присваивая позывные с такими необычными (в смысле — не используемым в повседневной практике) префиксами для специальных радиостанций — юбилейных, мемориальных и т. п.

Таким образом, позывной радиостанции, который она должна передавать при каждом выходе в эфир, позволяет однозначно определить страну, Администрация связи которой выдала разрешение на эксплуатацию данной радиостанции, а позывные любительских радиостанций нередко несут и дополнительную информацию. Чаще всего это будет информация о том, в какой части данной страны расположена любительская радиостанция. ■

# О СОГЛАСОВАНИИ ПОЛУВОЛНОВОЙ АНТЕННЫ

***Юрий ВИНОГРАДОВ, г. Москва***

Полуволновая вертикальная антенна, отличаясь простотой (проводник длиной ~$\lambda/2$) и эффективностью, получила в Си-Би широкое распространение. Но возбуждаемая с конца — в пучности напряжения, она имеет высокий и трудно прогнозируемый импеданс $Z_A$, который зависит, в частности, от ее конструктивных особенностей.

Она должна иметь согласующее (трансформирующее) устройство, понижающее высокое активное сопротивление $R_A$ ( в него обращается $Z_A$ после настройки антенны) до обычно используемого в технике связи волнового сопротивления фидера 50 Ом. Согласование может быть осуществлено трансформатором, автотрансформатором, П-контуром, каким-либо иным преобразователем, имеющим коэффициент трансформации по напряжению $k \approx \sqrt{50/R_A}$ и, конечно, не вносящим сколько-нибудь существенных потерь.

Часто "полволны" согласуют с 50-омным фидером, настроенным на рабочие частоты контуром, индуктивностью которого служит воздушная катушка, к части витков которой подключают фидер, а ко всему контуру — полуволновый вибратор. В явном виде емкость в этом контуре обычно отсутствует. Ее функцию выполняет собственная емкость катушки, которую иногда увеличивают подключенным к основанию вибратора металлическим "флажком". На настройку антенного контура будет влиять, конечно, и реактивная составляющая самого вибратора, если его длина $\ell \neq \lambda/2$.

Однако возможные здесь расчеты на точность не претендуют и неизбежна доводка самодельной "полволны" в довольно трудоемком эксперименте. Забравшись на крышу, антенну "валят", меняют или точку подключения фидера к катушке (нередко смещая ее лишь на долю витка), или длину вибратора (шаг не более 1—2 см), или чуть сдвигают-раздвигают витки катушки. Сделав то, другое или третье — порознь, попарно или все сразу — и вернув антенну в рабочее положение, измеряют получившийся КСВ. И так — много раз, пока в нужном диапазоне частот не будет получен КСВ < 1,5—2. Или... будет куплена "фирменная" антенна, замечательная лишь тем, что в ней почти вся эта работа уже кем-то сделана.

Когда говорят, что при КСВ = 1,5 мощность излучения уменьшается на 4 %, а при КСВ = 2 — на 11 % (и то и другое считается еще терпимым), то причиной этого являются не потери в линии связи, а несогласованность передатчика с нагрузкой. Если считать его генератором с напряжением холостого хода U и внутренним сопротивлением $R_{вн}$ = 50 Ом*, то зависимость рассеянной на нагрузке мощности $P_н$ от сопротивления нагрузки $R_н$ имеет вид:

$P_н = U^2R_н/(50+R_н)^2$.

Но при КСВ > 1 возникают потери и в самом фидере. При малом погонном затухании фидера или малой его общей длине этими потерями в нем можно пренебречь практически при любом КСВ. В таком случае устройство согласования "полволны" может быть таким, как показано на **рис. 1**.

В качестве наружного согласователя, лишь в первом приближении приводящего $R_A$ антенны к волновому сопротивлению фидера, используется автотрансформатор T1, выполненный на ферритовом кольцевом магнитопроводе 400НН 22×12×5 мм.

На магнитопровод с заглаженными ребрами сначала наматывают обмотку $n_2$ — 20 витков провода МШП-0,07 (одножильный монтажный сечением 0,07 мм$^2$), а поверх нее — синфазно с ней включенную обмотку $n_1$ — 5 витков провода МШП-0,2 (**рис. 2**). Поскольку индуктивность рассеяния в таком трансформаторе невелика, то его коэффициент трансформации $k = n_1/(n_1+n_2) = 0,2$.

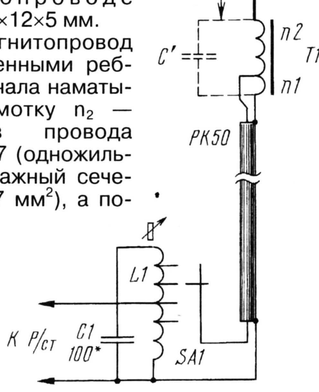



**Рис. 1**

400НН 22×12×5 мм

**Рис. 2**

Нагрузив выходную обмотку с числом витков ($n_1 + n_2$) автотрансформатора резистором $R_H$ = 1250 Ом, а входную ($n_1$) подключив через КСВ-метр к антенному выходу 4-ваттной Си-Би радиостанции (заметим, что $R_H$ = 1250 Ом, пересчитанное на антенный выход радиостанции, обращается в оптимальное для нее $R_H = 1250 \cdot k^2$ = 50 Ом), удалось оценить его работу на частотах 11-метрового диапазона. Отдаваемая в резистор мощность составила 3,4...3,5 Вт, а КСВ не поднимался выше 1,2.

Этот автотрансформатор был бы уже достаточно хорошим согласователем для настроенной "полволны", имеющей $R_A$ = 1250 Ом. Но даже если активное сопротивление антенны будет другим, он приведет это сопротивление к величине, уже не столь резко отличающейся от волнового сопротивления фидера и тем самым уменьшит потери в нем до пренебрежимо малых.

Находящаяся на другом конце фидера регулируемая ступень согласующего устройства представляет собой контур L1C1, к катушке которого автотрансформаторно подключены радиостанция и фидер.

Катушку L1 наматывают проводом ПЭВ-2-1,4 на каркасе диаметром 6,5 мм. Число витков — 12, длина намотки — 22 мм. Отвод к станции — от 7-го (считая от "земли") витка; отводы к фидеру — от 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10 или 11-го витка, которые заводят на переключатель SA1 типа ПГ2 на 12 положений, установленный около катушки (его соединения с катушкой делают предельно короткими проводниками).

Конденсатор C1 — типа КСО-1. Возможно, его емкость потребуется уточнить.

Контур L1C1 подстраивают карбонильным сердечником М4×10 мм, заключенным в толстую пластиковую трубку, которая должна входить в катушку с некоторым сопротивлением. Контур можно подстраивать и переменным конденсатором емкостью 30...40 пФ, подключенным параллельно конденсатору C1.

Поскольку после лишь трансформаторного согласования вибратора с фидером режим бегущей волны в нем, скорее всего, не возникнет, рекомендуется использовать фидер не произвольной длины, а кратной $\lambda/2$ (в коаксиальном кабеле со сплошной полиэтиленовой изоляцией это $0,66\lambda/2$). Фидер такой длины (его называют высокочастотным повторителем) лишь передаст в неизменном виде $Z_A'$ — преобразованный в T1 антенный импеданс — на регулируемый согласователь, где реактивная составляющая этого комплексного сопротивления будет компенсирована расстройкой контура L1C1, а активная переключениями отводов на L1 трансформирована в сопротивление, близкое к 50 Ом.

Описанное устройство использовалось для согласования проволочной "полволны", имеющей емкостный "расширитель" на другом конце вибратора. Антенна настраивалась и согласовывалась лишь в частотной сетке C. Однако и на других частотах Си-Би диапазона КСВ получился не выше 1,2. По-видимому, это связано с более широкополосным преобразованием сопротивлений в T1, нежели это имеет место в обычных воздушных трансформаторах. Ведь сама по себе "полволны", тем более с емкостным "расширителем", не должна быть узкополосней любого другого полуволнового вибратора. ■

**) Но если это генератор с весьма малым $R_{вн}$, режим которого просто рассчитан на 50-омную нагрузку, то потери при тех же рассогласованиях резко увеличатся; даже при КСВ = 1,5 они могут составить 25—30 %. К тому же реакция генератора на рассогласование с нагрузкой уже не будет "симметричной". Так, если при $R_H$ = 150 Ом (КСВ = 3) мощность излучения лишь резко уменьшится, то при $R_H$ = 16,7 Ом (тот же КСВ) могут быть сожжены выходные транзисторы.*

# Автомобильное зарядно-питающее устройство для носимой радиостанции

*Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA), г. Курск*

Во многих радиостанциях УКВ или Си-Би диапазонов с аккумулятором на напряжение 12,5...13,5 В (10 NiCd элементов) установлены транзисторный стабилизатор тока или ограничитель тока на резисторах и светодиодный индикатор. Эти устройства обеспечивают заряд аккумулятора через гнездо подключения внешнего источника питания. Для их нормальной работы источник питания должен иметь выходное напряжение 16...18 В. При использовании его совместно с бортовой сетью автомобиля полноценный заряд оказывается невозможным.

Предлагаемое устройство позволяет решить эти проблемы. Оно содержит повышающий преобразователь напряжения и фильтр, подавляющий помехи от системы зажигания автомобиля. Схема устройства показана на **рис.1**. На мощном операционном усилителе DA1 выполнен генератор прямоугольных импульсов с частотой следования 1...2 кГц. Диоды VD1, VD2 и конденсаторы C5, C6 — выпрямитель с удвоением напряжения. Дроссель L1 и конденсаторы C6—C9 образуют помехоподавляющий фильтр. Светодиоды HL1, HL2 обеспечивают индикацию режимов работы устройства.



Работает оно так. Вход устройства подключают к автомобильному аккумулятору. В положении переключателя SA1 "Работа" напряжение от бортовой сети автомобиля через фильтр L1, C7—C9 поступает непосредственно на выход устройства для питания радиостанции, а генератор импульсов не работает. При этом горит индикатор HL1 "Работа".

При переводе переключателя SA1 в положение "Заряд" загорается индикатор HL2 ("Заряд"), напряжение питания поступает на ОУ, начинает работать генератор и на выход устройства подается повышенное напряжение. При входном напряжении 12 В на выходе устройства будет напряжение 18 В при токе нагрузки 50 мА и 16 В при токе 100 мА. Для зарядки этого вполне достаточно. Сама радиостанция в это время должна быть выключена.

Большинство деталей устройства размещают на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Эскиз платы показан на **рис. 2**. Корпус устройства желательно использовать металлический, а в качестве соединительных проводов применить экранированный кабель. Переключатель и светодиоды устанавливают на корпусе устройства. В устройстве можно применить детали: светодиоды – любые с рабочим током 10...20 мА, диоды — КД247, КД248, КД257, КД258 с любыми буквенными индексами. Оксидные конденсаторы — К50-16, К50-35 или аналогичные импортные, неполярные — К10-17, резисторы — МЛТ, С2-33. Дроссель L1 намотан на кольцевом ферритовом магнитопроводе (М2000НМ) типоразмера K12×8×3 мм. Его обмотка содержит один слой провода ПЭВ-2 0,5...0,6 или МГТФ 0,3...0,4. Для уменьшения эффекта намагничивания кольцо перед намоткой разламывают пополам, а затем склеивают торцы через прокладки из тонкой бумаги.

При выходном токе более 80 мА микросхема может заметно разогреваться, поэтому ее надо снабдить небольшим радиатором.

Наладка устройства сводится к проверке работоспособности генератора при максимальной нагрузке и установке, в случае необходимости, его частоты подбором емкости конденсатора C3z. Если помехи от системы зажигания автомобиля не мешают работе радиостанции, то корпус можно сделать пластмассовый, а элементы L1, C8, C9 из схемы исключить.



Рис. 2

При зарядке аккумулятора отдельно от радиостанции на выходе устройства надо установить токоограничивающие резистор или лампу накаливания. При этом можно исключить из схемы переключатель, конденсаторы C1, C6, C8, C9, дроссель и один из светодиодов с резистором. Выпрямительные диоды можно заменить на КД103А, В или КД106А. ■

Повествуя о самой поздней истории Интернета, завоевавшего весь мир (причем, похоже, навсегда), неплохо возвратиться к его истокам, дабы лучше понять, как же получаются такие долгоживущие глобальные и многогранные проекты. Все действительно не так просто, как могло бы показаться.

### Как один администратор планету "перевернул"

Становление новых технологий неизбежно требует инвестиций, причем на начальных этапах, как правило, трудно определить срок окупаемости. Такая ситуация сложилась и в первое десятилетие развития Интернета, поэтому не стоит удивляться тому, что работы по его созданию носили чисто исследовательский характер. Сеть могла развиваться исключительно на бюджетные деньги, источником которых стало Министерство обороны США. Спустя годы результат настолько превзошел исходные требования этого ведомства, что, вполне вероятно, второго такого примера двойного использования технологий не будет никогда. В этой статье мы воспользуемся выдержками из интереснейшего обзора Леонида Черняка (**<http://computer-museum.ru/frgnhist/intern3.htm>**).

Возникает естественный вопрос: как же могло случиться, что средства, выделенные на прикладные военные разработки, обернулись благом для всего просвещенного человечества? Ведь заподозрить Пентагон в альтруизме, мягко говоря, сложно.

К счастью для всех нас, в истории науки встречаются яркие и нестандартно мыслящие личности, обладающие не только даром научного предвидения, но и могучей способностью к тому, что теперь называют научным администрированием. За то, что в процессе решения прикладных оборонных задач удалось создать фундамент для Интернета, мы должны быть признательны выдающемуся ученому и администратору Ванневару Бушу (1890—1974). Именно ему принадлежат основные идеи управления разработками двойного назначения, которые впоследствии позволили найти организационные формы и источники финансирования глобальных сетевых проектов. Он создал необходимые условия, благодатную почву для создания Интернета. И всходы не заставили себя ждать.

В Буше удивительным образом и чрезвычайно органично сочетались три мало совместимых качества: он был крупным ученым академического толка и преподавателем, обладал универсальным инженерным видением и при этом был еще умелым руководителем. Все, кто знакомится с его биографией, не перестают удивляться широте его увлечений (уж не душа ли великого Леонардо Да Винчи вновь посе-

# Интернет: дитя прогрессивных администраторов и ученых

*А. ГОЛЫШКО, главный эксперт ЗАО "МТУ-Информ", г. Москва*

*"Что такое ограбление банка по сравнению с основанием банка?"*

**Бертольд БРЕХТ**

тила нашу планету в новом обличье и для решения новых задач?). Поражает, например, такой факт: уже выйдя на пенсию, он до последних лет своей жизни занимался изготовлением в своей домашней мастерской уникальных хирургических инструментов.

О его научной деятельности, в том числе о предвидении гипертекста, о работах, связанных с созданием первых компьютеров, известно довольно широко, но с современных позиций трудно сказать, что оказалось более важным в карьере В. Буша — эти исследовательские работы или его активность как организатора науки.

До начала второй мировой войны В. Буш вел преподавательскую и научную работу, был деканом в Массачусетском технологическом институте. Его судьба была изменена войной: в 1940 г. от президента Рузвельта поступило приглашение войти в администрацию на должность советника по науке. Здесь по заданию президента США, в обстановке полной секретности, В. Буш занимался организацией работы ученых и инженеров, среди которых было немало эмигрантов из Европы, в американском военно-промышленном комплексе. Он стал одним из тех, кто за несколько лет вывел США с научной окраины (по сравнению с предвоенной Европой) на передовые позиции.

В ходе этой работы им была осознана необходимость в использовании высоких технологий для нужд военной индустрии. Тогда эта довольно тривиальная по нынешним временам мысль нуждалась в доказательстве. Преодолев сопротивление консервативно настроенных военных, с одной стороны, и леволиберальные взгляды европейских ученых-эмигрантов, с другой, В. Буш сумел нацелить тех и других на превращение науки в средство достижения военного превосходства.

Сила и влияние В. Буша оказались столь велики, что его называли царем (именно так — tzar) американской науки. Этого неформального звания он был удостоен, прежде всего, за организацию Манхэттенского атомного проекта. Поэтому не случайно, что в 1942 г. его назвали персоной, от которой зависит, выиграет Америка войну или проиграет. Помимо бомбы Буш стимулировал целый ряд военных проектов, начиная от нестандартных и малопрактичных средств для диверсий и заканчивая разработкой автомобилей-амфибий.

О деятельности Ванневара Буша написано немало, не так давно вышла книга: G. Pascal Zachary. "Vannevar Bush, Engineer of the American Century". Но это не слишком близкая к Сети история, посвященная созданию ядерного оружия. Или, например, регулярно "всплывают" сообщения о якобы происшедшей в 1947 г. в Росуэлле катастрофе НЛО, явившейся причиной создания совершенно секретного научно-исследовательского проекта "Маджестик-12". Так вот по одной из версий, в необходимости этого проекта президента Гарри Трумэна убедили тогда два человека: министр ВМФ



Ванневар Буш (фото с сайта **<http://computer-museum.ru/frgnhist/intern3.htm>**)

США Джеймс Форестолл и Ванневар Буш. Поскольку документы по "Маджестик-12" нам недоступны, предоставим читателям право самим поразмышлять о корреляции этого загадочного проекта и созданием Интернета.

Кстати, а еще В. Буш широко известен как создатель первого дифференциального аналогового компьютера. Но важно совсем иное: к каким выводам пришел В. Буш гораздо раньше, во время пребывания на посту советника президента Франклина Рузвельта по науке и являясь идеологом целого ряда военных разработок. Тогда он изложил свои взгляды в записке для президента: "Предел науки — бесконечность" (Science: The Endless Frontier), поданной в 1945 г.

В. Буш первым понял, что в мирное время требуется принципиально иная модель организации научных исследований, чем для военных условий. В тот момент, когда война еще только приближалась к концу, он вынашивал идею конверсии науки, задумав поколебать незыблемость здания, построенного собственными руками. Это был довольно мужественный поступок: создав организационную структуру — назовем ее оружейной, с успехом использованную для создания бомбы, он сам же стал критиковать ее, считая, что она не всегда оптимальна для развития мирной науки, особенно для перспективных научных исследований.

Оружейная модель предполагает, прежде всего, приоритет определенных целей и задач, предложенных учеными или политиками (В. Буш называл их milestones — верстовыми столбами). Главными элементами такой модели являются государственное финансирование и планирование результатов. В. Буш признавал эти качества важными, но только для экстремальных условий, а мирная модель науки должна отличаться от оружейной приматом личности ученого и свободы творчества. Не случайно "золотое правило", обеспечившее успех Кремниевой долины (обычно употребляемое в России слово "Силиконовая" слишком засижено женскими косметологами), звучит так: "Вначале действуй, разрешения спрашивай потом", — и оно явно наследует принципы В. Буша.

Не стоит спорить о том, что крупные государственные программы, например, связанные с исследованием космоса, не могут использовать иную модель, кроме оружейной, но для целого ряда случаев, когда нельзя заранее расставить верстовые столбы, как было с Интернетом, требуется альтернативная модель, движущей силой которой является любознательность, познавательный и личный интерес ученых. Полезный результат таких работ поначалу не вполне очевиден, но перспективно мыслящее государство, как считал В. Буш, обязано финансировать и их, не требуя немедленной отдачи.

В последующие годы жизнь показала, что оружейная модель на самом деле имеет существенные ограничения. Говорят, что очень многие из числа тех, кто возглавлял работы по информационным технологиям в нашей стране, слишком долго пребывали в плену этой модели и не видели иной. Вероятно, в течение нескольких десятилетий они не смогли осознать, в чем заключается специфика предмета их деятельности, и в результате мы имеем то, что имеем. Жаль.

Вот несколько высказываний В. Буша, афористично выражающих его взгляды на роль личности ученого.

*"Индивидуальность для меня – все. Я сделаю максимум возможного, чтоб снять любые ограничения".*

*"Дайте людям деньги и свободу, и они вернутся к вам с чем-то полезным".*

*"Сегодня все понимают, что авторами всех замечательных изобретений являются яркие индивидуальности, но при этом редко задумываются о том, что для них нужно создавать соответствующие условия".*

А вот основные тезисы, вошедшие в записку "Предел науки — бесконечность", которые невредно было бы усвоить всем и навсегда:

*Правительство должно поддерживать фундаментальные исследования.*

*Финансировать следует конкретных ученых, а не проекты.*

*Средства должны выделяться тем организациям, где исследования происходят в обстановке открытости.*

*Предпочтение следует отдавать университетам как наиболее открытым организациям.*

*Необходимо финансировать наиболее перспективных исследователей — а потому поддерживать тех студентов, которые посвящают себя науке, вне зависимости от послужного списка и финансовых возможностей.*

*Управление фундаментальными исследованиями должно быть сконцентрировано в одном гражданском агентстве, даже если они делаются в интересах министерства обороны. Оружейные исследования должны быть сосредоточены в специальных службах, а не в этом агентстве.*

*Исследования, проводимые в промышленных компаниях, ориентированы на создание конечных продуктов, поэтому не могут рассматриваться как фундаментальные.*

Случилось так, что к тому моменту, когда меморандум В. Буша был подготовлен, на смену президенту США Ф. Рузвельту пришел Гарри Трумен, не отличавшийся особыми талантами, а затем началась холодная война и внутриполитическая обстановка в стране заметно изменилась. В новых условиях вплоть до 1957 г. концепция Буша была отвергнута и почти забыта.

Но когда самоуспокоенность Америки была нарушена успехами советской космонавтики (об этом мы уже рассказывали в самом начале), на политическом Олимпе оказались совершенно иные фигуры: в аппарате президента Дуайта Эйзенхауэра теперь были политики нового поколения — Нельсон Рокфеллер и Генри Киссинджер. Они осознали значение науки для национальной безопасности и при выработке новой государственной политики обратили свои взоры на работы В. Буша, результат которых нам сегодня известен.

**Когда поздравляют электронную почту**

Осенью 2001 г. отмечался тридцатилетний юбилей электронной почты (**http://allpochta.by.ru/phistory.htm**), т. е. рождение электронной почты отнесено к осени 1971 г. Хотя в некоторых источниках можно встретить и другую дату — осень 1972 г. Почему возникли такие разногласия в датах? Дело в том, что один из ее родителей — Рей Томплинсон, как настоящий ученый, не сразу написал и отладил базовые программы пересылки и чтения электронных сообщений (эта работа заняла у него полгода).

Торжественного разрезания ленточки, банкета и восторженного пресс-релиза не было, потому что творение Р. Томлинсона было всего лишь промежуточным результатом. Первую систему обмена текстовыми сообщениями до Томлинсона создал Даг Энгельбарт из Стенфорда. А Р. Томлинсон придал ей вид почтового конверта с графами "куда", "кому" и самим текстом письма. Он решил также для удобства завести на каждом компьютере виртуальный почтовый ящик. Все это было реализовано в программе Send Message. Однако знакомый нам вид электронная почта приобрела только после серьезной доработки программы Лоуренсом Робертсом, который предусмотрел просмотр списка всех писем, выборочное чтение нужного сообщения, сохранение письма в отдельном файле, пересылку другому адресату и возможность автоматической подготовки ответа. Если уж непременно присваивать звание "отца электронной почты", то его в равной мере заслужили и Д. Энгельбарт, и Р. Томлинсон и Л. Робертс. К сожалению, в минувшем чествовании Л. Робертса начисто забыли, Д. Энгельбарта вспоминали гораздо реже, чем он заслужил, а все лавры достались несколько озадаченному Р. Томлинсону.

А ведь Д. Энгельбарт стал последователем и преемником В. Буша, ибо двух ученых объединяло понимание компьютера как инструмента для расширения интеллектуальных возможностей человека; в этом особенность их позиции. На заре вычислительной техники существовало два полюса в понимании роли компьютера: на одном — были "техники", которых занимали прагматические проблемы (решение инженерных и научных задач), на другом — "романтики", размышлявшие на темы, так или иначе связанные с разумностью машины, и искавшие ответа на вопрос: "Может ли машина думать?". И В. Буш, и тем более Д. Энгельбарт занимали срединную позицию: они видели будущее в системах "человек — машина", где человеку, и только ему, отдана творческая инициатива, а роль компьютера заключается в том, чтобы быть ассистентом.

Произошло это, видимо, потому, что именно он ввел в обиход всем теперь хорошо известный значок "собака" (@). В заголовке электронного письма требовалось как-то разделить поля "кому" и "куда". Рэй понимал, что нужно найти на клавиатуре такой знак, который наверняка не мог встретиться ни в имени, ни в адресе. Немного подумав, он выбрал знак @, который выглядит как малое "а" с большим хвостом. Слева от @ — пишется имя, справа — адрес. Так вошел в обиход самый знаменитый символ Интернета. В некоторых странах есть даже дорожный знак-указатель с крупной буквой @ посередине.

Естественно, журналисты добивались именно от Р. Томлинсона, "когда же было послано первое электронное письмо"? Ведь он не один день отлаживал программу и, конечно, много раз посылал тестовые письма себе самому, что он и сказал журналистам. Те стали настойчиво добиваться: "А что было написано в первом письме?" Рей — человек непубличной профессии, поэтому он не понял, что может сейчас сказать историческую фразу типа: "В первом электронном письме было написано "Мы верим в Бога", "Боже, храни Америку" или хотя бы "Я тебя люблю". Он честно признался, что просто набирал на клавиатуре первые попавшиеся символы, ведь тогда он еще не мог знать, что именно это письмо — историческое.

Но матерому журналисту для статьи нужны изюминки. Не очень сильно звучит "ученый так и не вспомнил, что было в первом электронном письме" или вообще "ученый не заметил журналиста, задавшего вопрос". Поэтому посмотрел репортер на свою клавиатуру и нашел в верхнем ряду запоминающийся ряд заглавных английских букв — QWERTYUI. Так появилась еще одна "историческая подробность", которая с небольшими изменениями "гуляла" в свое время по массе юбилейных статей. В результате одно из проверочных писем стало первым, был "восстановлен" его текст, а рождение E-mail переехало в 1971 г., т. е. зародыш решили считать полноценным ребенком.

А стоит ли придираться к мелочам? Разве так уж важно, какой именно день считать днем рождения электронной почты — осенний 71-го или мартовский 72-го, какое из электронных писем считать первым и что в нем было написано? Конечно, это не столь важно. Важно лишь то, что существенно нелинейный, распределенный в пространстве и времени коллективный творческий процесс систематически упрощается до неузнаваемости в угоду некоторым стереотипам восприятия. А потом на основе этого упрощенного, казалось бы, общепринятого сегодня взгляда верстаются планы и принимаются решения не только в государственных структурах, но и коммерческих компаниях.

И теперь у их ног лежит весь мир. ■